

LOGICA DELLA PROVA, STATISTICAL EVIDENCE E APPLICAZIONE DELLA TEORIA DELLE PROBABILITÀ NEL PROCESSO PENALE*

di Elena Maria Catalano

SOMMARIO: 1. L'applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale. Integrazione e conflitti tra due modelli epistemologici. – 2. L'adozione di metodi probabilistici oltre i confini della dimostrazione del nesso causale. Il difficile dialogo tra scienza sostanziale e scienza processuale. – 3. Lo studio teorico dei casi giudiziari in materia di prova statistica quale osservatorio privilegiato di emblematiche trappole cognitive. – 4. Paradigmi di prova statistica a confronto. La categoria spuria delle nude statistiche. – 5. Spunti ricostruttivi di uno statuto della prova statistica nel processo penale. – 6. I mutevoli confini etici ed epistemologici dell'approccio bayesiano alla razionalità cognitiva.

1. L'applicazione della teoria delle probabilità nel processo penale. Integrazione e conflitti tra due modelli epistemologici.

Uno sguardo di insieme sulla casistica giurisprudenziale in materia di impiego di prove statistiche nel processo penale restituisce all'interprete un quadro per certi versi desolante, costellato da una teoria interminabile di errori giudiziari, dal caso Collins al caso Clark fino al meno noto caso Shonubi¹. Lo

* Testo, parzialmente rielaborato e corredato di un apparato bibliografico essenziale, della Relazione svolta al convegno "La logica dei numeri. La prova statistica nel processo penale", organizzato dall'Osservatorio della Corte di Cassazione dell'Unione Camere Penali Italiane, svoltosi a Roma il 26 gennaio 2013.

¹ V., rispettivamente, *People v. Collins*, 238 P2d 33 (1968) sulla quale v. KOHLER, *One in millions, billions and Trillions: lessons from People v. Collins (1968) for People v. Simpson (1995)*, in *Journal of Legal Education*, 1997, vol. 47, p. 219; *R. v. Clark*, 2003 EWCA Crim 1020; *U.S. v. Shonubi*, 962 F. Supp. 370 (E.D.N.Y. 1997). Si pensi, nel nostro ordinamento, alla forte risonanza mediatica e alle dure critiche mosse anche dalla stampa divulgativa nei confronti dell'impiego di indagini epidemiologiche e dunque di una forma di evidenza statistica nel caso Ilva. V. PICILLO, *Tra le ragioni della vita e le esigenze della produzione: l'intervento penale e il caso Ilva di Taranto*, in *Arch.pen.*, 2012.

Nella sterminata bibliografia in argomento v., essenzialmente, AA.VV., *Bayes Wars Redivivus- An Exchange*, in 8 *International Commentary on Evidence*, 2010; ALLEN-PARDO, *The Problematic Value of Mathematical Models of Evidence*, in *Oxford Journal of Legal Studies*, 2007, vol. 36, p. 107; ALLEN-REDMAYNE, *Special Issue on Bayesianism and Juridical Proof*, in *International Journal of Evidence and Proof*, 1997, p.233; L.J. COHEN, *The Probable and the Provable*, Oxford, 1977; CALLEN, *Adjudication and the appearance of statistical evidence*, in *Tul. L.Rev.*, 1991, vol. 65, p. 457; DAMASKA, *Epistemology and Legal Regulation of Proof*, in *Law Probability and the Risk*, 2003, vol. 2, p. 117; FILKENSTEIN-FAIRLEY, *A Bayesian Approach to Identification Evidence*, in *Harv. L. Rev.*, 1970, vol. 83, p. 289; FINKELSTEIN-LEVIN, *On the Probative Value of Evidence from a Screening Search*, in *Jurimetrics Journal*, 2003, vol. 43, p. 265; FIENBERG-SCHERVISH, *The Relevance of Bayesian Inference for the Presentation of Statistical Evidence and For Legal Decisionmaking*, in *Boston University Law Review*, 1986, vol. 66,

spostamento dell'asse di indagine dall'approccio casistico a una prospettiva teorica, diretta alla elaborazione di modelli razionali del conoscere giudiziale, fa registrare posizioni di netta chiusura nei confronti dell'impiego di dati statistici e di modelli probabilistici di formalizzazione del ragionamento probatorio, posizioni di chiusura che trovano le radici in un ampio intreccio di motivi ispiratori, sia di ordine epistemologico, sia di ordine etico-politico². Lo scetticismo nei confronti della prova statistica esprime, per un verso, la acquisita consapevolezza circa il rischio di scorciatoie probatorie, suscettibili di intaccare principi fondamentali del sistema, quali il principio di personalità della responsabilità penale e la presunzione di innocenza. Nei sistemi di *common law* non si sono mai spenti i toni vibranti del dibattito che, negli anni

p. 783; KAPLAN, *Decision Theory and the Factfinding Process*, in *Stan. L. Rev.*, 1968, vol. 20, p. 1065; KAYE, *Probability Theory Meets Res Ipsa Loquitur*, in *Mich.L.Rev.*, 1979, vol. 77, p. 1456; KOHLER-SHAVIRO, *Veridical Verdicts: Increasing Verdict Accuracy Through the Use of Overtly Probabilistic Evidence and Methods*, in *Cornell L. Rev.*, 1990, p. 247; LEMPERT, *The New Evidence Scholarship: Analyzing the Process of Proof*, in *B.U. L.Rev.*, 1986, vol. 66, p. 439; ID., *Modeling Relevance*, in *Mich. L. Rev.*, 1977, vol. 75, p. 1021; NANCE -MORRIS, *An Empirical Assessment of Presentation Formats for Trace Evidence with a Relatively Large and Quantifiable Random Match Probability*, in *Jurimetrics Journal*, 2002, vol. 42, p. 403; NESSON, *Reasonable Doubt and Permissive inferences: The Value of Complexity*, in *Harv. L. Rev.*, 1979, vol. 92, p. 1187; ID., *The Evidence or the Event? On Judicial Proof and the Acceptability of Verdicts*, in *Harv. L. Rev.*, 1985, vol. 98, p. 1357; SHAFER, *The construction of Probability Arguments*, in *B.U.L. Rev.*, 1986, vol. 66, p. 799; SHUM, *Probability and the Process of Discovery, Proof and Choice*, in *B.U.L. Rev.*, 1986, vol. 66, p. 817; TARONI- AITKEN- GARBOLINO- BIEDERMANN, *Bayesian Networks and Probabilistic Inferences in Forensic Science*, Chichester, 2006; TILLERS, *Evidence, Uncertainty and the Rule of Law*, in *B.U.L. Rev.*, 1986, vol. 66, p. 381; ID., *Trial by Mathematics Reconsidered*, in *Law Probability and the Risk*, 2011, vol. 10, p. 167.

Nella nostra dottrina v. BLAIOTTA, *Causalità giuridica*, Torino, 2010; CAPRIOLI, *L'accertamento della responsabilità penale "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2009, p. 51; CATALANO, *Prova indiziaria, probabilistic evidence e modelli matematici di valutazione*, in *Riv.dir. proc.*, 1996, p. 527; DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, Milano, 2005; STELLA, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001, *passim* e spec. pp. 240, 296; ID., *Etica e razionalità del processo penale nella recente sentenza sulla causalità delle Sezioni unite della Suprema corte di Cassazione*, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2002, p. 814; STELLA- GALAVOTTI, *L'oltre ogni ragionevole dubbio come standard probatorio. Le infondate divagazioni dell'epistemologo Laudan*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2005, p. 923; TARUFFO, *La valutazione della prova*, in *La prova nel processo civile*, Milano, 2012, p. 230 ss.; ID., *La prova del nesso causale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 77; ID., *La prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, Milano, 1992; ID., *Studi sulla rilevanza della prova*, Padova, 1970; TONINI, *L'influenza della sentenza Franzese sul volto attuale del processo penale*, in *Dir.pen.proc.*, 2012, p. 1231; TONINI-CONTI, *Il diritto delle prove penali*, Milano, 2012, p.160 ss. V. già CARNELUTTI, *Accertamento del reato e favor rei*, in *Riv. dir. proc.*, 1961, p. 337. In prospettiva interdisciplinare v. AGAZZI, *La causalità e il ruolo delle frequenze statistiche nella spiegazione causale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 39; P. CHERUBINI, *Interferenze indiziarie e distorsioni nella valutazione delle assenze*, in *Cass.pen.*, 2010, 4016; B. FROSINI, *Il ruolo della statistica nel processo penale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 70; ID., *Le prove statistiche nel processo civile e nel processo penale*, Milano, 2002; GARBOLINO, *Il ragionevole dubbio e la teoria bayesiana della decisione*, in *Cass.pen.*, 2009, p. 4053.

² Nel nostro sistema v. la autorevole presa di posizione di STELLA, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001, *passim* e spec. pp. 240, 296. Nel sistema statunitense v. l'opera di TRIBE, *Trial by Mathematis: Precision and ritual in the Legal Process*, in *Harv. L. Rev.*, 1971, vol. 84, p. 1359.

Settanta, ha visto protagonista, in aperta polemica con i primi esponenti della *new evidence scholarship*, l'eminente costituzionalista Laurence Tribe, il quale, in un saggio dal titolo emblematico *Trial by mathematics*, è approdato a una ferma stroncatura dell'impiego di prove statistiche e di modelli matematici del conoscere giudiziale³.

La difficoltà di trasferire modelli probabilistici o statistici – ad esempio, l'approccio bayesiano alla razionalità cognitiva- sul terreno del processo penale dipende solo in parte dalla forte dimensione etica del diritto delle prove penali, dimensione peculiare dell'epistemologia giudiziaria⁴. Dietro la diffidenza nei confronti della prova statistica si celano motivazioni diverse e ulteriori, emergenti, ad esempio, dalle recenti decisioni inglesi che tendono a limitare l'uso nel processo del teorema di Bayes. L'esame di queste decisioni rivela una trama argomentativa che contrappone l'*esprit de géométrie* all'*esprit de finesse*, ovvero la flessibilità, l'equità, la ragionevolezza del cittadino giurato alla freddezza e rigidità del linguaggio formale, all'automatismo dei numeri e del calcolo. Si scorge, in filigrana, la difesa del baluardo concettuale del processo con giuria: la fiducia nel criterio istintivo e nel senso comune del cittadino giurato⁵. Il medesimo orientamento giurisprudenziale dà rilievo al rischio di sopravvalutazione della prova statistico-matematica da parte del giudice togato e della giuria, rischio che va forse ridimensionato alla luce di studi di psicologia tesi a evidenziare la diffidenza della giuria verso i dati statistici, percepiti come aridi e facilmente manipolabili rispetto ad elementi di prova concreti dotati di

³ V. al riguardo le diverse posizioni di TRIBE, *Trial by Mathematics: Precision and Ritual in the Legal Process*, in *Harv. L. Rev.*, 1971, vol. 84; p. 1359 e di NESSON, *Reasonable Doubt and Permissive Inference: The Value of Complexity*, in *Harv. L. Rev.*, 1979, vol. 92, p.118. Sul punto, nella prospettiva della necessità di un superamento delle contrapposizioni manichee, v., di recente, TILLERS, *Trial by Mathematics Reconsidered*, in *Law Probability and the Risk*, 2011, vol. 10, p. 167.

⁴ Costituisce una definizione classica quella delle norme sulle prove in termini di norme di garanzia. V. CONSO, *Natura giuridica delle norme sulle prove nel processo penale*, in *Riv. dir. proc.*, 1970, p. 7. V. FERRUA, *Epistemologia scientifica e epistemologia giudiziaria: differenze, analogie, interrelazioni*, in De Cataldo, a cura di, *La prova scientifica nel processo penale*, Padova, 2007.

⁵ La *Court of Appeal* inglese, nel caso T., nel 2011, ha sbarrato l'accesso al teorema di Bayes alle aule di giustizia al di fuori dei casi di introduzione della prova del DNA. V. R. v. T. (2010) EWCA Crim 2439. Già nel 1996 la *Court of Appeal* inglese, nel caso Dennis Adams, aveva stigmatizzato l'uso del teorema di Bayes ancorché proposto da un esperto della difesa per valorizzare le interazioni tra i diversi elementi di prova, al fine di costringere la giuria a soffermarsi sul significato probatorio rivestito dall'alibi presentato dall'imputato e dal fallimento della ricognizione di persona. V. R. V. Adams [1996] 2 Cr. App. Rev. 467, 481: "Jurors evaluate evidence and reach a conclusion not by means of a formula, mathematical or otherwise, but by the joint application of their individual common sense and knowledge of the world to the evidence before them." Chiosano al riguardo significativamente ROBERTS- ZUCKERMAN, *Criminal Evidence*, Oxford, 2010, p. 163: "Lay Juries are valued precisely because they are expertin ordinary common sense". Sulla materia v. anche DAWID, *Bayes's Theorem and the Weighing of Evidence by Juries in Bayes's Theorem: Proceedings of the British Academy*, vol. 113, Oxford, 2002, p. 71.

maggior impatto emotivo sulla mente del giudice laico⁶. Viene inoltre in rilievo, al riguardo, la crisi del modello decisorio basato sul verdetto immotivato di una giuria, che costituisce il portato della perdita di fiducia nella capacità di maneggiare la *law of evidence* da parte della giuria⁷.

L'orientamento di chiusura nei confronti di modelli probabilistici di analisi del ragionamento probatorio, considerato sotto questo profilo, anziché esprimere posizioni di difesa dei valori della civiltà occidentale, acquista il sapore di una acquiescenza di marca oscurantista di fronte alla imperscrutabilità del giudizio penale.

Anche nel nostro sistema, dietro un consapevole atteggiamento di *self-restraint*, serpeggia un diffuso scetticismo nei confronti dei metodi statistico-matematici quali alternative credibili alla logica e alla prudenza del giudice. Quelle medesime istanze di razionalizzazione del procedimento probatorio sottese alla elaborazione di modelli probabilistici di valutazione della prova si sono tradotte, nel nostro sistema, nella messa a punto di modelli alternativi agli schemi tradizionali del conoscere giudiziale, quali la rivalutazione della forma abduttiva dell'argomentazione giudiziaria, la esaltazione della *inference to the best explanation*, la riscoperta di forme retoriche dell'argomentazione⁸.

⁶ In quest'ultimo senso v. WELLS, *Naked Statistical Evidence of Liability: is Subjective Probability Enough?*, in *Journal of Personality and Social Psychology*, 1992, vol. 62, p. 739; WRIGHT-MACEARCHER-STOFFER-MCDONALD, *Factors Affecting the Use of Naked Statistical Evidence of Liability*, in *The Journal of Social Psychology*, 1996, vol. 136, p. 677.

⁷ V. JACKSON, *Paradoxes of Lay and Professional Decision Making in Common Law Criminal Systems in Le jury dans le process penal au XXIE siècle*, Atti del Convegno, in *Revue internationale de droit pénale*, 2001, p. 579; DAMASKA, *Evidence Law Adrift*, New Haven, 1997; PIZZI, *Trial without Truth*, New York, 2000.

Del resto, la Corte europea dei diritti dell'uomo, con la decisione resa il 10 novembre 2010 nel caso Taxquet v. Belgio, ha ritenuto lesivo dei canoni del giusto processo europeo il complessivo assetto del giudizio belga di fronte alla Corte d'assise, caratterizzato, in specie, dalla mancanza di motivazione e dal principio dell'intimo convincimento.

⁸ Sull'*inference to the best explanation* v. LIPTON, *Inference to the Best Explanation*. New York, 2004; OKASHA, *Il primo libro di filosofia della scienza*, Torino, 2006, p. 32. V. anche G. TUZET, *Abduzione: quattro usi sociologici giuridici*, in *Soc. dir.*, 2004, p. 125. Sulla c.d. nuova retorica v. PERELMAN, *Logica giuridica - Nuova retorica*, trad. it. a cura di Crifò, Milano, 1979. Per la valorizzazione della argomentazione abduttiva v. FASSONE, *La valutazione della prova in fase istruttoria e in sede dibattimentale*, in *Quad. C.S.M.*, 1987,4, p. 23; ID., *Primi appunti sulla valutazione della prova nel nuovo processo penale*, in *Quest. giust.* 1989, p. 844. Sui caratteri del ragionamento abduttivo v. BONFANTINI, *La semiosi e l'abduzione*, Milano, 1987; GULOTTA, *Strumenti concettuali per agire nel nuovo processo penale* Milano, 1990, nonché AA.VV., *Il segno dei tre. Holmes, Pierce, Dupin*, a cura di Eco-Sebeok, Milano, 1983. Con riferimento a decorsi causali atipici, il modello esplicativo abduttivo assume la peculiare - e più sofisticata- configurazione della abduzione serendipiana. V. PIZZI, *Abduzione e serendipità nella scienza e nel diritto*, in *Diritto, abduzione e prova*, Milano, 2010, p. 64, con riferimento al noto caso del "delitto con la penna a sfera", trovata completamente intatta nel cranio della presunta vittima. Una serie di esperimenti condotti dopo la condanna per omicidio del figlio della donna ha evidenziato, secondo le dinamiche della "scoperta serendipiana" l'impossibilità dell'azione causale di un agente umano, in virtù del peculiare comportamento osservato della cannuccia dell'inchiostro, che comprometteva l'integrità della penna a sfera. Restava l'ipotesi, per quanto improbabile, di una rarissimo

Sotto un diverso profilo, il dibattito sulla prova statistica, nel nostro sistema, è stato originato e condizionato dalla volontà di reagire alla tendenza della prassi a orientarsi verso un accertamento presuntivo di taluni elementi di fattispecie notoriamente difficili da provare quali il nesso causale nei reati omissivi impropri o l'elemento soggettivo del reato in materia di disastri colposi⁹.

Sullo sfondo si stagliano argomentazioni di più profondo spessore ideologico- politico, attinenti alla diffusione del principio di precauzione quale antidoto alla condizione di incertezza cronica ingenerata dalla morfologia dei nuovi rischi nella società postmoderna¹⁰. Entro questo ambito si sono sviluppate

incidente domestico. V. VAN ANDEL-BOUNCIER *Serendipity and Abduction in Proofs, Presumptions and Emerging Laws*, in *Cardozo Law Rev.*, 2001, p. 1605.

⁹ La strategia di processualizzazione del diritto sostanziale, ovvero la tendenza della giurisprudenza a plasmare categorie di diritto sostanziale in funzione processual-probatoria si è manifestata sul terreno dell'accertamento del nesso di causalità nei reati omissivi impropri nei quali il giudice è chiamato a effettuare un giudizio controfattuale. In materia di omissione colposa del medico, talune note decisioni hanno ritenuto la sussistenza del rapporto causale anche quando l'opera del sanitario, se correttamente e tempestivamente intervenuta, avrebbe avuto non già la certezza di evitare l'evento ma solo serie ed apprezzabili possibilità di successo, anche con una probabilità inferiore al 50 % . V. Cass., sez. IV, 24 febbraio 2000, Minella, in *Cass. pen.*, 2001, p. 2696; Cass., sez. IV, 11 novembre 1994 , Presta, in *CED Cass.* 201554. In particolare v. Cass., sez. IV, 17 gennaio 1992, Silvestri, in *CED Cass.* 188921: "In tema di responsabilità per colpa professionale del medico, nella ricerca del nesso di causalità tra la condotta dell'imputato e l'evento, al criterio della certezza degli effetti della condotta, si può sostituire quello della probabilità, anche limitata, di tali effetti e della idoneità della condotta a produrli. Ne consegue che il rapporto di causalità sussiste anche quando l'opera del sanitario, se correttamente e tempestivamente intervenuta, avrebbe avuto non già la certezza, bensì soltanto serie ed apprezzabili possibilità di successo, tali che la vita del paziente sarebbe stata, con una certa probabilità, salvata. (Fattispecie in tema di omicidio colposo per tardiva diagnosi di infezione tetanica in donna sottoposta a taglio cesareo. La Corte di Cassazione ha rigettato il ricorso contro la sentenza di condanna che aveva ritenuto il nesso causale tra la condotta omissiva e l'evento, sussistendo la probabilità del 30 per cento che un corretto e tempestivo intervento medico avrebbe avuto un esito positivo)".

Sulla intera materia v., oltre alla dottrina già citata alla nota 1, gli ampi saggi di Di GIOVINE, *Lo statuto epistemologico della causalità penale tra cause sufficienti e condizioni necessarie*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2002, p. 663; EAD., *Il concetto giuridico e scientifico di probabilità*, in *La prova scientifica nel processo penale*, a cura di De Cataldo, Padova, 2007; DONINI, *La causalità omissiva e l'imputazione per l'aumento del rischio. Significato teorico e pratico delle tendenze attuali in tema di accertamenti eziologici probabilistici e decorsi causali ipotetici*, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 1999, p. 32 ss.; GROSSO, *I principi di legalità e personalità della responsabilità penale e la causalità omissiva*, in *Scienza e causalità*, cit., p. 113; MASERA, *Accertamento alternativo ed evidenza epidemiologica nel diritto penale. Gestione del dubbio e profili causali*, Milano, 2007; MARINUCCI, *Causalità reale e causalità ipotetica nell'omissione impropria*, in *Riv. it. dir. proc.pen.*, 2009, p. 523; VENEZIANI, *Il nesso tra omissione ed evento nel settore medico*, in *Studi in onore di Giorgio Marinucci*, a cura di Dolcini-Paliero, t. II, Milano, 2006, p. 1994; VIGANÒ, *Riflessione sulla c.d. causalità omissiva in materia di responsabilità medica*, in *Riv. it. dir. proc.pen.*, 2009, p. 1679.

¹⁰ V. RUGA RIVA, *Principio di precauzione e diritto penale. Genesi e contenuto della colpa in contesti di incertezza scientifica*, in *Studi in onore di Giorgio Marinucci*, a cura di Dolcini-Paliero, t. II, Milano, 2006, p. 1743. L'applicazione delle *default options* impone all'agente di comportarsi nel dubbio sulla cancerogenità di una sostanza o su altro fattore di rischio "come se la sostanza fosse cancerogena". V. sulla materia PIERGALLINI,

sia correnti di pensiero tese a una rimodulazione di categorie fondamentali del diritto penale e a una applicazione capillare del principio di precauzione sia indirizzi antitetici diretti a escludere la riconducibilità alla responsabilità civile o penale individuale di scelte che costituiscono espressione di una politica di impresa all'interno di una organizzazione complessa¹¹.

La reazione nei confronti delle derive del diritto vivente si è tradotta nella emersione di autorevoli correnti di pensiero volte a escludere l'impiego di dati epidemiologici o di leggi statistiche aventi coefficienti di probabilità medio-bassi nella dimostrazione del nesso causale. Anche l'adozione di modelli probabilistici di valutazione della prova è stata ritenuta incompatibile con il grado di conferma richiesto dallo standard dell'oltre ogni ragionevole dubbio¹².

Rasenta il paradosso la circostanza che la reazione contro la debolezza epistemologica dell'accertamento della causalità sulla scorta di criteri statistici sia stata condotta all'insegna di un canone di giudizio epistemologicamente debole quale quello di ragionevolezza. Quella di ragionevolezza è una nozione pragmatica che evoca un'idea di ragione tollerante, aperta a opinioni diverse dalla propria purchè ugualmente ragionevoli¹³. Infatti, "tra ragionevole e

Il paradigma della colpa nell'età del rischio: prove di resistenza del tipo, nota a T. Venezia, 22 ottobre 2001, Cefis, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2005, p. 1694.

¹¹ In quest'ultima prospettiva, gli strumenti di gestione del rischio vanno ricercati sul piano della prevenzione piuttosto che della criminalizzazione, oppure sul piano della predisposizione di strumenti pubblicitari di sicurezza sociale. V. GAUDINO, *Esposizione ad amianto e danno da pericolo: qualche riflessione dopo la pronuncia della Cour de Cassation sul préjudice d'anxiété*, in *Responsabilità civile e previdenza*, 2010, p. 2620. Nella dottrina penalistica v. CENTONZE, *La normalità dei disastri tecnologici. Il problema del congedo dal diritto penale*, Milano, 2004; PULITANÒ, *Gestione del rischio da esposizioni professionali*, in *Cass.pen.*, 2006, p.778.

¹² V. F. STELLA, *Giustizia e modernità. La protezione dell'innocente e la tutela delle vittime*, Milano, 2001, *passim* e spec. pp. 240, 296.

¹³ Le riforme dell'ultimo periodo hanno fatto registrare l'affermazione dell'aggettivo "ragionevole" nel linguaggio del nostro ordinamento processuale penale. Una prima analisi del fenomeno consente di individuare il punto di emersione del termine "ragionevolezza" nelle rinnovate istanze giusnaturalistiche che attraversano la cultura giuridica europea e che si sono tradotte, tra l'altro, in rinnovati richiami alla prudenza del giudice. V. AMODIO, *Giusto processo, procès équitable e fair trial: la riscoperta del giusnaturalismo processuale in Europa*, in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2003, p. 93. Ad un livello più approfondito di indagine, tuttavia, la penetrazione del concetto di ragionevolezza nel nostro sistema appare indice di una contaminazione culturale che attinge a modelli e a categorie del tutto estranei al *background* culturale del nostro Paese. La cultura -e non solo quella giuridica- angloamericana rivendica consapevolmente la paternità di una accezione peculiare del termine ragionevolezza, del tutto isolata nell'ambito della civiltà occidentale. In questa prospettiva si inserisce la distinzione profonda tra il concetto di ragione in senso giusnaturalistico e l'accezione di ragione tollerante, evocata dalla nozione pragmatica di ragionevolezza. V. FLETCHER, *Eccesso di difesa*, Milano, 1995, p. 54. Tutte le sfaccettature del concetto - la ragione attenuata, la razionalità strumentale e l'apertura alle buone ragioni altrui - trovano riscontro sul terreno della filosofia politica. V. HABERMAS, *Teoria dell'agire comunicativo* (1981), trad.it. Bologna, 1997; RAWLS, *Liberalismo politico*, (1993), tr. it. a cura di S.Veca, Milano 1994. V. anche LAUDAN, *Truth, Error and Criminal Law. An Essay in Legal Epistemology*, New York, 2006.

razionalecorre la stessa differenza che vi è ... tra prova empirica e dimostrazione matematica”¹⁴.

Emerge al riguardo uno dei caratteri scomodi del dibattito sulla prova statistica: l'imprecisione del giudizio ritagliata con precisione dai numeri costringe l'interprete a confrontarsi con (la difficoltà di ammettere apertamente) l'imperfezione della epistemologia giudiziaria; la fissazione di un grado di probabilità a priori propria dell'approccio bayesiano evoca quanto meno lo spettro della formulazione di valutazioni dell'ordine di probabilità a priori (di colpevolezza o di innocenza) che vengono spesso fatte “anche se non lo si vuole ammettere”¹⁵. Coglie pertanto nel segno l'intuizione formulata dalla dottrina statunitense e suscettibile di essere ripresa nel segno del paradosso e “entro i confini di un dibattito teorico”, secondo la quale l'avversione verso la prova statistica riflette il disgusto verso un margine di errore troppo evidente¹⁶.

E' un paradosso solo apparente quello per cui il gusto per l'indagine sulle trappole cognitive e sull'uso della statistica del processo coesiste con il richiamo alla prudenza del giudice, con la riscoperta dell'arnese antico delle massime di esperienza e con la forte sottolineatura della dimensione etica della prova, insita nell'introduzione della formula dell'al di là di ogni ragionevole dubbio. Il paradosso si ricompone alla luce della convergenza della cultura giuridica internazionale verso una concezione irriducibilmente probabilistica del giudizio sul fatto.

Sotto un diverso profilo, proprio la dimensione etico-giuridica del diritto delle prove penali, che costituisce il limite rispetto all'applicazione di metodi probabilistici, vale a legittimare l'ingresso della statistica nel processo, tracciandone i confini normativi. L'applicazione della teoria della probabilità, inquadrata in una griglia normativa improntata alla tutela dei valori fondamentali nel sistema, può contribuire per gradi successivi di approssimazione alla ricostruzione dei fatti oggetto del giudizio. Sotto un diverso profilo, l'epistemologia scientifica deve essere integrata con l'epistemologia giudiziaria¹⁷. Si delineano, al riguardo, rischi di interferenze tra modelli cognitivi che possono operare in due direzioni uguali e contrarie: da un

¹⁴ FERRUA, *Impugnazioni, Cassazione a rischio paralisi*, in *Dir. giust.*, 2005, n. 36, p. 107: V. anche DERSHOWITZ, *Dubbi ragionevoli. Il sistema della giustizia penale e il caso O.J. Simpson*, trad. it., Milano, 2007, p. 75.

¹⁵ GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in *Cass.pen.*, 2007, p. 326.

¹⁶ V. le affermazioni di KOHLER-SHAVIRO, *Veridical Verdicts: Increasing Verdict Accuracy Through the Use of Overtly Probabilistic Evidence and Methods*, in *Cornell L. Rev.*, 1990, p.247 riprese, appunto, dichiaratamente “entro i confini di un dibattito teorico”, da CATALANO, *Prova indiziaria, probabilistic evidence e modelli matematici di valutazione*, *Riv. dir. proc.*, 1996, p. 527.

¹⁷ V. SAKS-NEUFELD, *Convergent Evolution in Law and Science: the Structure of Decision-Making under Uncertainty*, in *Law, Probability and the Risk*, 2011, vol. 10, p. 133.

lato, il rischio di preponderanza dell'ormai frusto dogma della infallibilità della scienza, piuttosto che della logica dei numeri; dall'altro lato, il rischio di una endemica entropia della razionalità giudiziaria indotta dal riconosciuto fallibilismo della scienza, che rende difficile enucleare criteri di validità degli asserti scientifici e in specie di prove o tecniche a struttura probabilistica¹⁸. In questo contesto errori di metodo si prestano a creare disordine euristico.

2. L'adozione di metodi probabilistici oltre i confini della dimostrazione del nesso causale. Il difficile dialogo tra scienza sostanziale e scienza processuale.

La discussione sull'applicazione della teoria della probabilità nel processo è stata condizionata, nel nostro ordinamento, dal rilievo preponderante assunto dal tema dell'accertamento del nesso di causalità attraverso l'impiego di dati statistici ovvero attraverso il ricorso a leggi statistiche.

Parallelamente, si profila la necessità di riassorbire la forbice tra le riflessioni della scienza processuale e quelle della scienza sostanziale di fronte a un problema centrale come quello probatorio¹⁹. Come si è già rilevato, le riflessioni della scienza penalistica volte a imprimere una più forte caratura epistemologica alla regola BARD si sono sviluppate sul terreno della tipologia dei criteri inferenziali di valutazione della prova, ovvero su un terreno relativo a una fase del procedimento probatorio che a ben vedere precede la fase decisoria.

L'allargamento dell'angolo prospettico oltre i confini della dimostrazione del nesso causale, nel realizzare un più efficace raccordo del tema della prova statistica con la griglia normativa e logica del codice di procedura penale, potrebbe, ad esempio, mettere in luce le potenzialità euristiche di dati statistici e probabilistici ai fini della prova della colpa degli imputati cui si rimproveri la violazione di obblighi di corretta informazione. L'omessa considerazione di tali dati statistici quali indicatori di rischio (del protrarsi dello sciame sismico) ha assunto un ruolo determinante nella valutazione

¹⁸ Si pensi al forte significato emotivo rivestito dall'espressione "scientificamente provato". V. CAPRIOLI, *La scienza cattiva maestra: le insidie della prova scientifica nel processo penale*, in *Cass.pen.*, 2008, p. 3533.

¹⁹ Così è stata prevalentemente commentata da studiosi di diritto sostanziale una delle più significative decisioni in materia di impiego dei dati epidemiologici del processo, la sentenza Cozzini, che ha provveduto a enucleare criteri di affidabilità del metodo scientifico parzialmente sovrapponibili a quelli individuati dalla Corte Suprema degli Stati Uniti nel noto caso Daubert. V. *Cass.*, sez. IV, 17 settembre 2010, Cozzini, in *Cass. pen.*, 2011, 1679, con nota di BARTOLI, *Responsabilità penale da amianto: una sentenza destinata a segnare un punto di svolta?* V. anche [BARTOLI, La responsabilità penale da esposizione dei lavoratori ad amianto, in questa Rivista, 25 gennaio 2011](#); [ZIRULIA, Ancora oscillazioni nella giurisprudenza di legittimità sulle morti da amianto, in questa Rivista, 11 ottobre 2012](#); ID., *Causalità ed amianto: l'eterno duello tra i consulenti tecnici delle parti*, in *Corr.mer.*, 2012, 3, p. 275. Nella dottrina processualpenalistica v. TONINI, *La Cassazione accoglie i criteri Daubert sulla prova scientifica. Riflessi sulla verifica delle massime d'esperienza*, in *Dir.pen. proc.*, 2011, p. 1341.

dei profili di colpa dalla Commissione Grandi Rischi nella sentenza di primo grado pronunciata dal Tribunale di L'Aquila²⁰.

Si collocano su un piano affatto diverso rispetto all'accertamento del nesso di causalità le ipotesi di prova di elementi della fattispecie processuale penale o di elementi normativi della fattispecie penale attraverso l'impiego di dati conoscitivi che costituiscono l'esito di un metodo statistico diretto a valutare la proporzione di una data caratteristica all'interno della popolazione, sulla base dell'analisi di un campione della popolazione medesima: il metodo del sondaggio di opinione. Autorevole dottrina ha proposto l'impiego dei sondaggi di opinione nell'accertamento dell'osceno cinematografico²¹. In questa come in altre ipotesi analoghe, il dato conoscitivo di tipo statistico -la frequenza statistica dell'opinione nella popolazione- costituisce la materia del contendere, in quanto coincide immediatamente con il tema di prova – il comune sentire o, in ipotesi, la riservatezza – costituito dall'elemento normativo di fattispecie che rinvia a norme etico-sociali. Nel processo penale di *common law*, il superamento delle tradizionali obiezioni incentrate sul divieto dell'*hearsay* ha consentito l'ingresso in giudizio di sondaggi di opinioni quale prova destinata a supportare richieste di *change of venue* analoghe alle richieste di rimessione del processo²². La Corte di giustizia delle Comunità europee ha espressamente identificato nei sondaggi di opinione tra i consumatori lo strumento per valutare l'attitudine ingannevole della denominazione di un prodotto commerciale²³. La nostra prassi processuale conosce ipotesi in cui gli esiti di sondaggi di opinioni già pubblicati sulla stampa sono stati ammessi quali elementi di prova idonei in astratto all'accertamento dei presupposti applicativi dell'istituto della rimessione, nell'ambito del relativo procedimento incidentale²⁴.

L'ampliamento del raggio di indagine oltre il limitato terreno del dibattimento consente, quindi, di esplorare le potenzialità applicative della statistica nei procedimenti incidentali e nella fase delle indagini, anche al di fuori dell'ambito tipico delle prove scientifiche. Già nella prassi, nei procedimenti per abuso di mercato, la Consob che, come è noto, ha poteri di vigilanza e di indagine nonché facoltà di costituirsi parte civile, ha potuto valorizzare l'analisi statistica e la rappresentazione grafica di andamenti anomali di transazioni finanziarie, con particolare riferimento a dati relativi al forte rialzo dei prezzi e dei volumi scambiati di titoli oggetto di informazioni privilegiate, in ipotesi anticipatamente diffuse. Proprio l'osservazione dei

²⁰ V. Trib. L'Aquila, 22 ottobre 2012, Barberi, giud. Billi, in *questa Rivista*, 21 gennaio 2013.

²¹ V. AMODIO, *Perizia artistica e indagini demoscopiche nell'accertamento dell'osceno cinematografico*, in *Riv. dir. proc.*, 1974, p. 669.

²² I sondaggi di opinione si caricano di un diverso significato in un processo con giuria composta da cittadini del luogo. Così, nel caso della rivolta nel carcere di Pontiac, che aveva condotto all'omicidio di talune guardie carcerarie, è stata accolta una richiesta di trasferimento del processo a Chicago supportata da un sondaggio di opinione che rilevava come più di un terzo del campione conoscesse bene qualcuno che lavorava o aveva lavorato nella prigione. Sul tema v. ZEISEL-KAYE, *Prove it with Figures: Empirical Methods in Law and Litigation. Statistics for Social and Behavioral Sciences*, New York, 1997.

²³ V. Corte giustizia Comunità europee, 13 gennaio 2000, n. 220, Estée Lauder Cosmetics GmbH & Co. c. Lancaster Group GmbH.

²⁴ Cass., sez. I, 21 dicembre 2011, n. 47732.

casi di abuso di mercato rilevati dalla Consob ha costituito la base per l'elaborazione di indici di dissomiglianza e per la costruzione di un modello teorico di individuazione degli abusi di mercato, c.d. *Market Abuse Detection* (M.A.D.), fondato su un algoritmo che, interpretando congiuntamente i diversi segnali di allerta, individua quei titoli quotati per i quali si stanno verificando anomalie in termini di transazioni²⁵.

La statistica può svolgere un ruolo essenziale anche nelle indagini su reati di criminalità organizzata che richiedono agli investigatori e al giudice di compiere un'opera di affresco storico – di verifica dei confini tra attività lecite e delittuose e di ricerca dei legami con il mondo dell'economia e della politica- che trascende il normale impegno richiesto dalla ricostruzione dei fatti oggetto del processo²⁶.

L'applicazione di tecniche di analisi di legame, di tecniche di *data mining* proprie dell'intelligenza artificiale ai fini dell'apprendimento delle modalità di funzionamento di una organizzazione criminale è stata sperimentata nell'ambito del contrasto e della prevenzione degli attacchi terroristici, attraverso la scoperta di *crime patterns* e la chiarificazione dei nodi e dei *links* che vanno a costituire il *network* criminale²⁷.

Se dal terreno dell'inchiesta proattiva a ampio raggio sul *network* criminale si sposta l'attenzione sul terreno delle indagini di routine sulla criminalità comune, va rilevato come strumenti informatici di *databrowsing* siano stati elaborati al fine di gestire dati strutturati o semistrutturati e di visualizzare in modo automatico legami tra residui balistici precedentemente repertati, così come legami tra i diversi soggetti coinvolti nelle indagini²⁸. Nella identificazione dei sospettati può essere utilizzato quel modello del test di ipotesi che la giurisprudenza statunitense ha ritenuto inammissibile nel giudizio di merito nel caso Gilbert.

Ma il ripudio di metodi probabilistici di valutazione della prova appare antistorico anche sul terreno del giudizio di merito. Si pensi all'ingresso ufficiale nel codice di procedura civile del concetto di probabilità, veicolato dalla inedita formula normativa "ragionevole probabilità", che, nello scolpire plasticamente i requisiti di

²⁵ V. MINENNA, *Metodi stocastici per l'individuazione dei casi di abuso di mercato e di insider trading. L'individuazione dei fenomeni di abuso di mercato nei mercati finanziari: un approccio quantitativo*, in *Quaderni di finanza*, 2003, n. 54, p. 6; ID., *Insider Trading, Abnormal Return and Preferential Information: Supervising through a Probabilistic Approach*, in *Journal of Banking and Finance*, 2003, vol. 27, p. 59.

²⁶ V. SAVONA, *Cosa nostra tra organizzazione gerarchica e rete criminale*, in *Quest.giust.*, 2008, p. 104 ss., con riferimento alla trasformazione dell'organizzazione mafiosa e in specie al passaggio dal modello gerarchico al modello a rete. Sull'intera materia v. PICOTTI-FORNASARI-VIGANÒ-MELCHIONDA, *I reati associativi: paradigmi concettuali e materiale probatorio*, Padova, 2005; VISCONTI, *Contiguità alla mafia e responsabilità penale*, Torino, 2003, p. 345.

²⁷ V. XU- HSINCHUN CHEN *Fighting organized crimes: using shortest-path algorithms to identify associations in criminal networks*, in *Decision Support Systems*, 2004, vol. 38, p. 473. Sull'intera materia v. DEVLIN -LORDEN, *Il matematico e il detective*, trad. it., Milano, 2007, p. 46 ss.

²⁸ Si fa riferimento al progetto DIANA (*Data Investigation and Analysis by a New Approach*) elaborato dal Professor Donato della Università di Bologna e già presentato al ministero degli interni. V. DONATO, *Il progetto DIANA. Una banca dati balistica per le indagini giudiziarie*, in *Scienza e processo penale. Nuove frontiere e vecchi pregiudizi*, a cura di Conti, Milano, 2011, p. 319.

ammissibilità dell'appello, coniuga il concetto di probabilità con un concetto *fuzzy* come quello di ragionevolezza²⁹.

3. Lo studio teorico dei casi giudiziari in materia di prova statistica quale osservatorio privilegiato di emblematiche trappole cognitive.

Anche sul terreno del processo penale le posizioni di chiusura nei confronti dell'applicazione della teoria della probabilità vengono a scontrarsi in primo luogo con lo zoccolo duro costituito dal sempre maggior rilievo assunto dalla prova scientifica e dalla criminalistica nel processo penale.

Alla presentazione di prove scientifiche a struttura probabilistica è inevitabilmente associata una duplice serie di dati statistici relativi alla distribuzione del fattore considerato tra la popolazione (cc.dd. *base rate statistics*) e al margine di errore insito nella tecnica adottata. Con riferimento alla prova del DNA, che è diventata lo standard di convalida cui riferire l'attendibilità delle tecniche forensi, va rilevato come valutazioni di carattere statistico circa la compatibilità tra il profilo della traccia e quello dell'imputato assumano un peso determinante nel condizionare i risultati dell'accertamento tecnico³⁰.

La introduzione, la comprensione e la interpretazione delle tecniche forensi e, più in generale, di prove scientifiche non solo coinvolge la produzione di dati statistici, ma richiede una qualche dimestichezza con il ragionamento probabilistico e con il lessico, i concetti e i metodi della scienza statistica³¹. Il tema si interseca, ma non coincide con quello della ammissione e della interpretazione della prova scientifica nel processo penale.

Lo studio teorico dei casi giudiziari costituisce significativamente angolo privilegiato di osservazione di paradigmatiche trappole cognitive. Sul terreno della interpretazione degli esiti di indagini su profili genetici parziali si può manifestare la

²⁹ Critiche le valutazioni espresse dalla dottrina in ordine alla riforma dell'art. 348-bis. V. CONSOLO, *Nuovi e indesiderabili esercizi normativi sul processo civile: le impugnazioni a rischio di svaporamento*, in *Corr. giur.*, 2012, 10, p. 1133. In ordine alla logica *fuzzy* v., essenzialmente, KOSKO, *Il fuzzy pensiero*, Milano, 1999.

³⁰ Rasenta il paradosso la circostanza che la prova del DNA, che ha guadagnato credibilità attraverso l'etichetta di *DNA Fingerprint* -impronta digitale genetica-, rappresenti ora lo standard di convalida della sempre più controversa attendibilità scientifica delle indagini dattiloscopiche. Un rapporto della *National Academy of Sciences* statunitense del 2009 dal titolo *Strengthening Forensic Science in the United States. A Path Forward* viene a gettare un alone di incertezza sulla affidabilità di tutte le tecniche forensi, dalle indagini dattiloscopiche alla analisi grafologica. V., al riguardo, nella nostra dottrina, TARUFFO, *L'uso probatorio della scienza nel processo*, in *L'uso della prova scientifica nel processo penale*, a cura di Cucci-Gennari-Gentilomo, Santarcangelo di Romagna, 2012, p. 53.

³¹ V. la guida preparata per conto del *Royal Statistical Society Working Group on Statistics and Law* da AITKEN-ROBERTS-JACKSON, *Fundamentals of Probability and Statistical Evidence in Criminal Proceedings. Guidance for Judges, Lawyers, Forensic Scientists and Expert Witnesses*, Royal Statistical Society, 2010.

c.d. *Texas sharpshooter fallacy*, l'errore del tiratore scelto che disegna il bersaglio intorno alla freccia, rappresentata dall'ipotesi della colpevolezza dell'imputato³².

E' significativo come la fallacia del condizionale trasposto abbia assunto la denominazione emblematica di fallacia dell'accusatore, che fa coincidere la probabilità di riscontrare una data evidenza su un uomo innocente con la probabilità di innocenza dell'imputato sul quale si riscontri la medesima evidenza. La probabilità di 1 su 1000 che una persona scelta a caso corrisponda al profilo genetico del reperto rinvenuto sul luogo viene fatta coincidere con la probabilità (altrettanto piccola) che l'imputato corrispondente al profilo non sia la fonte della traccia (*source probability fallacy*) o che il medesimo sia innocente (*ultimate issue fallacy*)³³. Argomentazione fallace rispetto alla quale si può controbattere che, se si assume come popolazione di riferimento un gruppo di 500000 unità, la probabilità che l'imputato sia fonte della traccia scende a 1 su 500. Anche questo ultimo ragionamento è inficiato dalla fallacia dell'avvocato difensore consistente nel presumere che in una determinata popolazione chiunque abbia un profilo corrispondente al campione abbia le stesse probabilità di essere fonte della traccia³⁴.

Una serie di errori di metodo nella selezione delle variabili rilevanti ha inficiato l'analisi statistica dell'anomalo andamento dei decessi nell'ospedale pediatrico di L'Aia, analisi condotta attraverso la lente deformante della concentrazione dei sospetti sull'infermiera De Berk, che ha deviato l'attenzione dall'inquietante impennata di decessi verificatasi nel quinquennio precedente la presa di servizio della De Berk e che ha offerto uno spunto polemico ai sostenitori della superiorità epistemologica della inferenza statistica bayesiana³⁵. Anche l'ingiusta condanna di Sally Clark per l'infanticidio dei suoi due neonati è dipesa da un grave errore statistico subito denunciato dalla *Royal Statistical Society* attraverso una lettera del presidente Prof. Peter Green. La stima statistica della probabilità nella stessa famiglia di due morti in culla (*Sudden Infant Death Syndrome* o SIDS) è stata viziata dalla incompetenza dell'esperto - un medico, non uno statistico- dalla omessa valutazione dell'ancora minore probabilità di due infanticidi nella stessa famiglia e soprattutto, dall'assunzione della indipendenza tra le due morti, posto che fattori genetici o ambientali condivisi da

³² V. THOMPSON, *Painting the Target around the Matching Profile: The Texas Sharpshooter Fallacy in Forensic DNA Interpretation*, in *Law Probability and the Risk*, 2009, vol. 8, p.257.

³³ V. AITKEN- TARONI, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Chichester, 2004, p. 80 ss.; KOEHLER, *Error and Exaggeration in the Presentation of DNA Evidence at Trial*, in *Jurimetrics Journal*, 1993, vol. 34, p. 21; KOEHLER, *One in millions, billions and Trillions: lessons from People v. Collins (1968) for People v. Simpson (1995)*, in *Journal of Legal Education*, 1997, vol. 47, p. 219.

³⁴ V. THOMPSON- SCHUMANN, *Interpretation of Statistical Evidence in Criminal Trials: the Prosecutor's Fallacy and the Defense Attorney's Fallacy*, in *Law and Human Behaviour*, 1987, vol. 11, p. 167; CHAMPOD- TARONI, *Riflessioni sulla valutazione della prova scientifica*, in *Giust. pen.*, 1993, III, 247.

³⁵ V. MEESTER-COLLINS-GILL-Van LAMBALGEN, *On the (ab)use of statistics in the legal case against the nurse Lucia de B.*, in *Law, Probability and the risk*, 2006, vol. 5, p. 233.

membri della stessa famiglia possono al contrario aumentare le probabilità di morti in culla³⁶.

Considerata in prospettiva attenta ai processi psicologici coinvolti, la fenomenologia delle fallacie costituisce il riflesso delle euristiche, ovvero di processi decisionali semplificati³⁷. Si delinea l'utilità di un approccio interdisciplinare che coniughi e integri gli apporti della psicologia e della teoria della probabilità³⁸.

Per un verso si cominciano a delineare due piani ben distinti del discorso sulla prova statistica nel processo penale: il capitolo della ammissibilità e della valenza probatoria della prova statistica e il capitolo del cattivo uso di strumenti statistici del processo. La frequenza di errori nell'impiego di metodi statistici non può costituire l'alibi per una fuga che assume le sembianze di una battaglia di retroguardia a fronte della crescente, inevitabile, diffusione della evidenza statistica nel processo.

4. Paradigmi di prova statistica a confronto. La categoria spuria delle nude statistiche.

Maggior peso assumono le obiezioni sollevate nei confronti dell'uso della prova statistica nel processo penale che investono in radice la stessa inidoneità probatoria dello strumento rispetto alla dimostrazione di eventi singoli³⁹.

Nella letteratura giuridica compare abbastanza di frequente, con una imprecisione che è indicativa della scarsa familiarità dei giuristi con il linguaggio formalizzato della statistica, la distinzione tra probabilità causali *ex ante*, associazioni casuali, nude statistiche⁴⁰.

³⁶ Sulla materia v., nella scienza statistica, le osservazioni critiche puntuali di B. FROSINI, *Il ruolo della statistica nel processo penale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 70.

³⁷ Gli studi di psicologia mettono in evidenza, ad esempio, il peso degli stereotipi nella epifania della fallacia della sottostima delle probabilità di base e della fallacia della congiunzione. V. KAHNEMANN-SLOVIC-TVERSKY, *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge, 1982; RUMIATI- BONINI, *Psicologia della decisione*, Bologna, 2001; TVERSKY-KAHNEMANN, *Extensional versus Intuitive Reasoning: The Conjunction Fallacy in Probability Judgment*, in *Psychological Review*, 1983, vol. 90, p. 293.

³⁸ V., con riferimento al processo civile, BONA, *Sentenze imperfette. Gli errori cognitivi nei giudizi civili*, Bologna, 2010.

³⁹ V. sul tema TARUFFO, *La prova del nesso causale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 77.

⁴⁰ In particolare, la distinzione tra probabilità causali *ex ante* (probabilità di una classe di eventi del tipo in concreto verificatosi legata a una generalizzazione causale) e *naked statistics* (intese come espressione di raggruppamenti accidentali) è stata nitidamente formulata da WRIGHT, *Causation, Responsibility, Risk, Probability, Naked Statistics, and Proof: Pruning the Bramble Bush by Clarifying the Concepts*, in *Iowa Law Review*, 1988, vol. 73, p. 1001, il quale fa riferimento, ad esempio, alla probabilità che le macchine parcheggiate sotto un dato edificio in un dato momento siano blu. In prospettiva analoga v. GÄRDENFÖRS, *Ragionamento probabilistico e valore probatorio*, in Gärdenförs- Hansson -Sahlin, *La teoria del valore probatorio: Aspetti filosofici, giuridici e psicologici*, (1983), trad. it., Milano, 1997, p. 48; ALLEN, *On the Significance of Batting Averages and Strikeout Totals: A Clarification of the Naked Statistical Evidence Debate, the Meaning of the Evidence and the Requirement of Proof Beyond a Reasonable Doubt*, in *Tul. L. Rev.*, 1991, vol. 65, p. 1093; CALLEN,

Il dibattito sulla valenza probatoria della *naked statistical evidence* prende le mosse da alcuni celebri paradossi probatori, quali lo *Smith case* in cui l'attore, investito da un autobus blu, aveva convenuto in giudizio per il risarcimento dei danni, sulla base della sola prova statistica, la compagnia di trasporti alla quale faceva capo l'85 % degli autobus blu circolanti nella zona. La decisione - a favore del convenuto - fu confermata dalla Corte suprema del Massachusetts che rilevò come la responsabilità civile non potesse basarsi solo su *mathematical chances* insufficienti a soddisfare il *preponderance of the evidence standard of civil proof*⁴¹. Anche in ambito penale la storia dell'impiego della prova statistica prende l'avvio proprio dall'applicazione di un metodo errato di rielaborazione dei fatti del caso su base statistica⁴². Nel caso Collins, il *prosecutor* si avvale della testimonianza di un istruttore di matematica presso un *college* statale, chiamato in qualità di *expert witness* al fine di determinare la probabilità che gli imputati fossero colpevoli in quanto corrispondenti alla descrizione di un testimone relativa alla fuga in un'auto gialla di una coppia. L'*expert witness*, assumendo erroneamente l'indipendenza di ciascuna delle caratteristiche dell'evento, ha applicato al caso la c.d. *product rule* secondo la quale la probabilità del congiunto verificarsi di più circostanze indipendenti è pari al prodotto delle probabilità relative al verificarsi di ciascuna di esse. Attribuendo a ciascuno dei fattori selezionati un valore relativo alla frequenza statistica (anch'essa indimostrata) di ciascuno di essi - 1/1000 per il fattore coppia inter-razziale in auto - ha concluso che la probabilità di riscontrare in una coppia scelta a caso tale combinazione di caratteri poteva stimarsi in 1 su 12 milioni. Tale probabilità ha, quindi, subito un *maquillage* concettuale per l'effetto della fallacia del condizionale trasposto e si è trasformata nella probabilità di innocenza degli imputati.

A prescindere dal rischio di fallacie e di errori di metodo, appare evidente come a livello epistemologico la prova statistica differisca dalla prova convenzionale, in quanto si riferisce non a un evento specifico ma a una classe di eventi⁴³. Ne deriva un inevitabile impatto sulla funzione cognitiva del processo penale, perfino nell'ipotesi in cui alla base della (nuda) prova statistica si arrivi alla certezza. Il caso di condanna per il delitto di false generalità dell'imputato che in due occasioni diverse abbia dato

Cognitive Science and the Sufficiency of "Sufficiency of the Evidence" Tests in Tul. L. Rev., 1991, vol. 65, p. 1113; FIENBERG-SCHERVISH, *The Relevance of Bayesian Inference for the Presentation of Statistical Evidence and For Legal Decisionmaking*, in Boston University Law Review, 1986, vol. 66, p. 783; WELLS, *Naked Statistical Evidence of Liability: is Subjective Probability Enough?*, in Journal of Personality and Social Psychology, 1992, vol. 62, p. 739. La distinzione viene ripresa da STELLA, *Etica e razionalità del processo penale nella recente sentenza sulla causalità delle Sezioni unite della Suprema corte di Cassazione*, in Riv.it.dir.proc.pen., 2002, p. 814, nonché da BLAIOTTA, *Causalità giuridica*, Torino, 2010, p. 336, che parla di "nuda relazione statistica". Significativamente il termine "nuda relazione statistica" ricorre anche in Cass., sez. IV, 23 dicembre 2010, est. Blaiotta, imp., Cozzini, cit.

⁴¹ *Smith v. Rapid Transit Inc.* 58 N.E. 2d 754 (1954). V., tra i molti, N.B. COHEN, *The Costs of Acceptability: Blue Buses, Agent Orange and Aversion to Statistical Evidence*, in B.U.L. Rev., 1986, vol. 66, p. 563; NESSON, *The Evidence or the Event? On Judicial Proof and the Acceptability of Verdicts*, in Harv. L. Rev., 1985, vol. 98, p. 1357.

⁴² *People v. Collins*, 238 P2d 33 (1968).

⁴³ V. ALLEN-PARDO, *The Problematic Value of Mathematical Models of Evidence*, in Oxford Journal of Legal Studies, 2007, vol. 36, p. 107, che sottolineano come il riferimento a una classe costituisca il limite epistemologico della prova statistica.

diverse generalità rappresenta a ben vedere un caso di decisione *overtly probabilistic*, ancorchè il coefficiente di probabilità coincida con 1. Tuttavia, nel caso di specie, nessuna funzione cognitiva può essere riferita al processo, che non ha potuto attribuire all'imputato le sue esatte generalità⁴⁴. Questa implosione della funzione cognitiva del processo è esattamente il rischio correlato all'introduzione della prova statistica.

Tuttavia, ben può essere tracciata una distinzione tra diversi modelli di prova statistica, in relazione al contesto, alla metodologia statistica adottata, alla funzione probatoria rivestita nel processo penale.

Entro un primo ambito rientrano i dati statistici che esprimono una relazione di causalità seppure tra categorie generali di eventi, relazione ricostruibile in termini di causalità generale. Altro è il caso in cui la prova statistica esprima semplicemente una associazione tra classi di fatti, non evocando un rapporto di causalità neppure in termini generali⁴⁵.

Altro ancora è la frequenza statistica di base, ovvero la distribuzione del fenomeno del tipo oggetto di accertamento in una certa classe. Si pensi, ad esempio, alla frequenza di coppie proprietarie di una auto gialla o alla percentuale di taxi blu in una data città.

Aderiscono al primo modello di prova statistica i dati epidemiologici che possono indicare una relazione di causalità seppure tra categorie generali di eventi e che, in questo senso, possono possedere efficacia dimostrativa della causalità generale⁴⁶. Questi dati statistici si inseriscono in un contesto teorico di conoscenze organizzate, ovvero nel contesto di una disciplina -l'epidemiologia- che si caratterizza per l'individuazione di fattori di confondimento e per la elaborazione di tecniche tese a neutralizzare l'incidenza di variabili esterne sulla relazione "esposizione a un agente nocivo – insorgenza di una patologia". Gli epidemiologi hanno sviluppato una serie di criteri di validità delle inferenze causali generali, noti come *Bradford Hill criteria*, tra i quali assumono rilievo la compatibilità tra gli studi, il carattere dose-dipendente della risposta all'esposizione, la plausibilità biologica, la specificità e la forza della correlazione⁴⁷. Coerentemente, la nostra Corte di cassazione pare orientata a ammettere

⁴⁴ V. Cass., Sez.V, 5 febbraio 2004, Ali Rafour, in *Dir. giust.*, 2004, 9, p. 20. Sul tema v. TONINI, *Manuale di procedura penale*, Milano, 2012, p. 224.

⁴⁵ B. FROSINI, *Il ruolo della statistica nel processo penale*, in De Maglie- Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 70. La distinzione tra le diverse categorie non è affatto agevole. V. al riguardo la recente decisione statunitense Siracusano v. Matrix, del 22 maggio 2011, che tende ad ampliare il novero dei dati statisticamente rilevanti sotto il profilo del rischio di danno da prodotto farmaceutico e degli obblighi di *discovery* della casa farmaceutica molto al di là degli esiti dei esperimenti randomizzati. V. al riguardo KAYE, *Trapped in the Matrix: The U.S. Supreme Court and The Need for Statistical Significance*, in *BNA Product Safety and Liability Reporter*, 2011, p.1.

⁴⁶ B. FROSINI, *Le prove statistiche nel processo civile e nel processo penale*, cit., p. 146. Sulla causalità epidemiologica v. anche BLAIOTTA, *Causalità giuridica*, Torino, 2010, p. 336. Sulla inutilizzabilità nel processo delle rilevazioni epidemiologiche v. di recente PERINI, *Il concetto di rischio nel diritto penale moderno*, Milano, 2010, p. 486 ss.

⁴⁷ V. FILKENSTEIN-LEVIN, *Statistics for Lawyers*, New York, 2001, p. 296. V. BRADFORD-HILL, *The Environment and disease: association or causation?*, in *Proc. Roy Soc. Med.*, 1965, p. 295. Sulla materia v. anche MASERA, *Accertamento alternativo ed evidenza epidemiologica nel diritto penale. Gestione del dubbio e profili causali*, Milano,

i dati epidemiologici e a escludere la sufficienza dei medesimi a fondare l'accertamento della causalità individuale⁴⁸. In ogni caso, la giurisprudenza più recente tende a fissare condizioni rigorose per l'impiego degli studi epidemiologici nel processo⁴⁹.

Aderiscono al secondo modello le ipotesi in cui la prova statistica individua non una relazione causale, ma una associazione tra diverse variabili. Si pensi all'esito del test di ipotesi usato al fine di verificare, utilizzando la teoria delle probabilità, se un risultato sia o meno così insolito da rendere altamente improbabile che sia verificato naturalmente⁵⁰.

Così, nel caso Gilbert, l'infermeria Gilbert, imputata di omicidio plurimo, a seguito del verificarsi di un picco inconsueto di decessi al *Veteran's affairs Medical center* di Northampton nel Massachusetts, è stata rinviata a giudizio sulla base del rapporto di associazione – evidenziato dal test di ipotesi – tra il numero dei decessi e gli orari in cui era di turno la Gilbert medesima⁵¹. Nel caso di specie è stata assunta come “ipotesi nulla” quella della indipendenza tra i turni di lavoro della Gilbert e il numero dei decessi. L'ipotesi nulla è stata respinta⁵². L'applicazione del test di ipotesi aveva condotto, infatti, a *p value* – ovvero a un livello di significatività – talmente estremo da uscire dall'intervallo di variazioni dovute al caso. La medesima analisi statistica non venne, però, ammessa quale prova nel processo di merito sul presupposto che il test di ipotesi evidenziava una relazione di associazione piuttosto che di causalità tra le diverse variabili. La relazione presentata al giudice dagli esperti della difesa a sostegno

2007, p. 137. Nel senso che “per tipiche applicazioni epidemiologichea seguito di numerose indagini indipendenti e concordanti è emerso con assoluta regolarità che una data esposizione E è causa di aumento della probabilità di ammalarsi della malattia M rispetto alla situazione esistente nella popolazione” v. B. FROSINI, *Le prove statistiche nel processo civile e penale*, cit., p. 147.

⁴⁸ V. Cass., sez. un. 10 luglio 2002, Franzese, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2002, p. 767. Nella stessa direzione pare orientato CAPRIOLI, *L'accertamento della responsabilità penale “oltre ogni ragionevole dubbio”*, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2009, p. 72. V. anche la recente decisione della *high court* inglese in materia civile *Karen Sienkiewicz (Administratrix of the Estate of Enid Costello Deceased) v. Greif (UK) Ltd* [2011] UKSC 10. Sul tema v. MILLER, *Epidemiology in the courtroom: mixed messages from recent British experience*, in *Law Probability and the Risk*, 2012, vol. 11, p. 85.

⁴⁹ V. Cass., sez. IV, 23 dicembre 2010, Cozzini, cit., in cui si afferma, da un lato, che “l'epidemiologia è nata proprio per condurre con metodo scientifico la verifica critica in ordine alla fondatezza dell'ipotesi eziologica basata sul dato statistico costituito dall'incremento di probabilità”, dall'altro lato, che “con tutta la cautela suggerita dall'incombente rischio di errore, è ben possibile che possa essere infine enunciata una affidabile relazione causale di tipo probabilistico accolta dalla comunità scientifica”.

⁵⁰ Sul modello del test di ipotesi v., per tutti, B. FROSINI, *Le prove statistiche nel processo civile e penale*, cit., p.137.

⁵¹ Nel caso di specie erano emersi nei confronti della Gilbert i più fragili tra gli elementi indiziari, inerenti al carattere dell'imputata, ritratta dai colleghi come pervasa da eccesso di zelo e desiderosa di riconoscimento per l'impegno profuso nello sforzo di salvare pazienti la cui vita la Gilbert avrebbe invece consapevolmente messo in pericolo. Completava la piattaforma a carico la inspiegabile diminuzione delle scorte di epinefrina, utilizzata, secondo la prospettazione dell'accusa, per provocare arresti cardiaci a pazienti relativamente giovani e in discreta salute. Per una accurata ricostruzione del caso v. COBB - GEHLBACH, *Statistics in the Courtroom: United States v. Kristen Gilbert*, in *Statistics: A Guide to the Unknown*, Belmont, 2006.

⁵² Se è sbagliato il respingimento dell'ipotesi nulla (ovvero della innocenza dell'imputato) si configura il c.d. errore di prima specie. V. B. FROSINI, *Le prove statistiche nel processo civile e penale*, cit., p.137.

della esclusione della *statistical evidence* metteva in luce come il test di ipotesi scontasse i limiti tipici di ogni studio osservazionale, i cui risultati potevano rappresentare il riflesso delle variabili analizzate oppure potevano essere influenzati e quindi falsati, nella loro capacità predittiva, da variabili nascoste. Negli esperimenti, invece, il processo di randomizzazione (ovvero di ripartizione in gruppi casuali posti a confronto) tende a uniformare tutte le possibili variabili, anche sconosciute, suscettibili di interferire.

Al di fuori dell'ambito penale, il test di ipotesi è stato applicato in casi di verifica della casualità del processo di selezione della una giuria o di accertamento di discriminazioni nei rapporti di lavoro. La metodologia adottata si incentra sul calcolo delle probabilità che l'esistenza della discriminazione –statisticamente accertata sulla base della proporzione con cui il gruppo sottorappresentato compare nella popolazione complessiva- sia dovuta a una coincidenza. Un basso valore di p rende implausibile l'ipotesi di una selezione neutrale e assurge a indice della forza probatoria della *statistical evidence of discrimination*⁵³.

5. Spunti ricostruttivi di uno statuto della prova statistica nel processo penale.

I diversi modelli di prova statistica ipotizzabili devono essere considerati in relazione alla specifica funzione probatoria rivestita. Così, costituiscono una categoria autonoma di prove statistiche i dati e gli strumenti valorizzati quale prove ancillari funzionali alla valutazione di attendibilità di un altro elemento di prova, tipicamente scaturente dall'assunzione di mezzi di prova tecnico-scientifici. Si pensi ai dati e agli strumenti concernenti la capacità di discriminazione (ovvero la frequenza statistica) nella popolazione di una caratteristica genetica, ovvero concernenti il margine di errore della tecnica di identificazione dell'apparecchio telefonico dal quale è partita una telefonata di falso allarme. L'ammissibilità di questo genere di prove ancillari deriva immediatamente dal sistema che contempla la categoria dei riscontri alla chiamata in correità e delle prove che servono a stabilire l'attendibilità del testimone⁵⁴.

Ne esce accreditata una rappresentazione della prova statistica a più livelli corrispondenti a diversi modelli della prova medesima⁵⁵. La rilettura in filigrana del codice di procedura penale fornisce lo schema interpretativo all'interno del quale collocare i diversi tasselli che compongono il mosaico della prova statistica.

⁵³ V. COLB, *Probabilities in Probable Cause and Beyond: Statistical versus Concrete Harms*, in *Law and Contemp. Prob.*, 2010, vol. 73, p. 69; KAYE -M.AICKIN, *Statistical Method in Discrimination Litigation*, New York, 1986; MC CORMICK, *On Evidence*, St. Paul, 1984; PAETZOLD, *Problems with Statistical Significance in Employment Discrimination Litigation*, in *New Eng. L. Rev.*, 1991, vol. 26, p.395.

⁵⁴ Definisce sussidiaria la prova finalizzata a fondare la valutazione circa l'attendibilità di un'altra prova, richiamandosi alla nozione di *supportive ancillary evidence*, TARUFFO, *La prova dei fatti giuridici. Nozioni generali*, Milano, 1992, p.431.

⁵⁵ V. FIENBERG -SCHERVISH, *The Relevance of Bayesian Inference for the Presentation of Statistical Evidence and For Legal Decisionmaking*, in *Boston University Law Review*, 1986, vol. 66, p. 783

Così, la definizione del regime di introduzione della prova statistica nel processo penale trova un ineludibile punto di riferimento nei parametri legali di ammissibilità della prova improntati a una presunzione di ammissibilità delle prove richieste dalle parti⁵⁶. Pertanto, l'ammissibilità dei dati statistici va rapportata, *in primis*, a una valutazione di pertinenza- rilevanza del mezzo di prova rispetto al tema di prova dedotto nell'imputazione. Al riguardo, non può negarsi la rilevanza probatoria dei dati epidemiologici rispetto al *thema probandum* costituito dall'imputazione dei reati di disastro ambientale, attesa l'attitudine dimostrativa dei medesimi dati rispetto alla causalità generale. Nel processo Eternit, i due capi di imputazione -omissione dolosa di cautele antinfortunistiche e disastro doloso- ai quali andava ancorato il giudizio di rilevanza delle prove, sono stati costruiti non intorno a singoli eventi lesivi, bensì intorno a un unico evento disastroso verificatosi a danno di una popolazione, caratterizzato dall'aumento dell'incidenza delle patologie tumorali, evento rispetto al quale è chiara la efficacia esplicativa degli studi epidemiologici⁵⁷. E' significativo come il collegio giudicante abbia rigettato la richiesta di esame testimoniale di tutte le parti civili avanzata dagli imputati, sul rilievo che nessuno dei due reati contestati richiedeva, ai fini della relativa integrazione, la "verificazione di lesioni personali o di morti delle persone" e che il relativo accertamento poteva avere luogo "in modo assolutamente impersonale, ad esempio anche attraverso accurate indagini epidemiologiche"⁵⁸. Tenuto conto della fluidità dell'imputazione che caratterizza l'andamento di molti processi penali, appare evidente la difficoltà di escludere per difetto di rilevanza i dati statistici e in specie epidemiologici. Proprio per la struttura della scienza epistemologica, il dato epidemiologico può ritenersi, almeno in talune ipotesi, fatto probatorio della causalità generale.

La causalità generale, ricostruita in questi termini sulla base dei dati epidemiologici, può condurre alla causalità individuale attraverso una inferenza logica. In altre parole, il dato epidemiologico, in quanto fatto probatorio della causalità generale, può essere ritenuto indizio della causalità individuale, assoggettato a un cauto criterio di valutazione ad opera dell'art. 192 comma 2 c.p.p.⁵⁹

⁵⁶ Sui criteri di ammissione della prova v., per tutti, ILLUMINATI, *Ammissione ed acquisizione della prova nell'istruzione dibattimentale*, in AA.VV., *La prova nel dibattimento penale*, Torino, 2005.

⁵⁷ [Trib. Torino, 13 febbraio 2012, pres. Casalbore, imp. Schmidheiny, in questa Rivista, 17 febbraio 2012, con nota di ZIRULIA.](#)

⁵⁸ Trib. Torino, ord. 12 aprile 2010, pres. Casalbore, in *questa Rivista*, 12 aprile 2010.

⁵⁹ Sui principi sottesi alla valutazione della prova nel nostro sistema v., essenzialmente, AMODIO, *Libero convincimento e tassatività dei mezzi di prova: un approccio comparativo*, in *Ind.pen.*, 1999, p. 3; ID., *La rinascita del diritto delle prove penali. Dalla teoria romantica della intime conviction al recupero della legalità probatoria*, ora in *Processo penale diritto europeo e common law*, Milano, 2003; NOBILI, *Il principio del libero convincimento del giudice*, Milano, 1974; ID., *Libero convincimento del giudice: diritto processuale penale*, in *Enc. giur. Treccani*, XVIII, Roma, 1990; ID., *Sub art. 192*, in *Commento al nuovo codice di procedura penale*, coordinato da CHIAVARIO, II, Torino, 1990; UBERTIS, *La prova penale. Profili giuridici ed epistemologici*, Torino, 1995.

La dottrina e la giurisprudenza prevalenti paiono orientate ad accogliere l'accezione di indizio nel senso di prova indiretta, nel quadro della generale distinzione che contrappone la prova diretta, avente ad oggetto il fatto da provare nelle sue diverse articolazioni, alla prova indiretta, che non ha "direttamente ad oggetto il fatto da provare, bensì un altro fatto" riconducibile al primo attraverso un'inferenza logica. V. GREVI,

Il confronto con il dato normativo fa emergere, altresì, l'intrinseca ambivalenza delle prove statistiche e in specie dei dati epidemiologici che paiono partecipare a un tempo della natura di elemento di prova -oggetto di apprezzamento da parte del giudice- e di criterio di valutazione delle prove⁶⁰.

Al riguardo, il modello di argomentazione in fatto tracciato dall'art. 192 comma 1 c.p.p. scandisce l'iter valutativo di ogni elemento di prova secondo lo schema fatto probatorio – massima d'esperienza o criterio di valutazione – fatto accertato⁶¹. I criteri inferenziali di valutazione della prova possono essere dimostrati attraverso la c.d. giustificazione esterna. I dati epidemiologici possono fornire la giustificazione esterna rispetto ai criteri di valutazione impiegati nella dimostrazione del rapporto di causalità.

Come è noto, taluni tentativi di imprimere una più forte caratura epistemologica alla formula dell'oltre ogni ragionevole dubbio sono approdati alla conclusione che la mutata regola di giudizio impone la necessità di applicare leggi scientifiche universali o leggi scientifiche statistiche con coefficienti di probabilità prossimi a 100 ai fini della dimostrazione del nesso di causalità⁶².

Prove, in *Compendio di procedura penale*, a cura di Conso-Grevi, Padova, 2006, p. 301. Nello stesso senso v. SIRACUSANO, *Le prove*, in SIRACUSANO-GALATI-TRANCHINA-ZAPPALÀ, *Diritto processuale penale*, I, Milano, 2004, p. 350; TONINI, *La prova penale*, Padova, 2000, p. 33. In giurisprudenza v. Cass., sez.un., 21 aprile 1995, Costantino, in *Cass.pen.*, 1996, p. 467, che identifica gli indizi con le prove c.d. logiche o indirette attraverso le quali da un fatto certo si risale attraverso massime di comune esperienza ad uno incerto. Nello stesso senso v. Cass., sez. un., 4 giugno 1992, Musumeci, in *C.E.D. Cass.*, 191231; Cass., sez. I, 30 gennaio 1991, Vassallo, in *Giust.pen.*, 1991, III, 320; Cass., sez. I, 30 giugno 1990, Bencini, in *Riv.pen.*, 1991, p. 429. Analogamente, definisce l'indizio in termini di circostanza non direttamente rappresentativa del fatto da provare Cass., sez. VI, 16 dicembre 1991, Grillo, in *Cass.pen.*, 1993, p. 2067, con nota di IACOVIELLO, che correttamente rileva come la nostra tradizione giuridica conosca due accezioni di indizio, l'una riconducibile alla nozione di prova indiretta, l'altra riconducibile alla nozione di prova debole (la *probatio minus quam plena* dei pratici medioevali).

Sui criteri di valutazione della prova indiziaria v. DEGANELLO, *I criteri di valutazione della prova penale. Scenari di diritto giurisprudenziale*, Torino, 1995; CATALANO voce *Prova (canoni di valutazione della)*, in *Dig.disc.pen.*, IV agg., a cura di A. Gaito, Torino, 2008.

⁶⁰ Annotava tra le prove scientifiche le informazioni desumibili da studi epidemiologici CANZIO, *Prova scientifica, ragionamento probatorio e libero convincimento del giudice nel processo penale*, in *Dir.pen.proc.*, 2003, p. 1193. Tende, significativamente, ad attribuire alle rilevazioni epidemiologiche anche il ruolo di criterio idoneo a fondare il giudizio sul nesso di condizionamento la già citata sentenza delle Sezioni unite, 10 luglio 2002, Franzese, redatta dal consigliere Canzio: "coefficienti medio-bassi di probabilità cd. frequentista per tipi di evento, rivelati dalla legge statistica (e ancor più da generalizzazioni empiriche del senso comune o da rilevazioni epidemiologiche), impong[ono] verifiche attente e puntuali sia della fondatezza scientifica che della specifica applicabilità nella fattispecie concreta. Ma nulla esclude che anch'essi, se corroborati dal positivo riscontro probatorio, condotto secondo le cadenze tipiche della più aggiornata criteriologia medico-legale, circa la sicura non incidenza nel caso di specie di altri fattori interagenti in via alternativa, possano essere utilizzati per il riconoscimento giudiziale del necessario nesso di condizionamento."

⁶¹ V., per tutti, AMODIO, *Motivazione della sentenza penale*, in *Enc. dir.*, XXVII, Milano, 1977.

⁶² V. STELLA, *Etica e razionalità del processo penale nella recente sentenza sulla causalità delle Sezioni unite della Suprema corte di Cassazione*, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2002, p. 814; PALIERO, *Il ragionevole dubbio diventa criterio*, in *Guida dir.*, 2006, n. 10, p. 73.

Tale conclusione pare tuttavia provare troppo. In primo luogo, infatti, la formula BARD non racchiude una regola di giudizio operativa. La portata della formula si lascia apprezzare più sul piano etico-politico che sul piano epistemologico. Questa norma di principio a contenuto costituzionale avrebbe trovato la sua naturale *sedes materiae* nel testo della Costituzione piuttosto che nel codice. La restituzione al canone dell'oltre ogni ragionevole dubbio del ruolo naturale di cornice di principio consentirebbe di apprezzarne appieno la portata⁶³.

Inoltre, l'art. 533 c.p.p. costruisce la regola Bard come criterio risolutore del fatto incerto il quale, a rigore, opera in una fase -quella decisoria- che si colloca in un momento successivo alla valutazione della prova nel suo complesso. In concreto, le norme sul criterio risolutore del fatto incerto e le norme sulla formazione del convincimento del giudice individuano due versanti della logica del giudizio che rimandano di continuo l'uno all'altro⁶⁴. Il criterio risolutore del fatto incerto proietta i suoi riflessi all'indietro sulla logica del giudizio e sui criteri di valutazione della prova che devono essere rigorosi come è rigorosa la regola di giudizio. Ma tali criteri sono già impliciti nell'assetto logico e normativo del sistema delle prove penali, improntato a canoni di convincimento razionale, che importano la libertà del giudice nella scelta dei criteri inferenziali con l'unico limite della logicità dei medesimi, censurabili in cassazione in sede di controllo della motivazione⁶⁵. Né sarebbe possibile sul piano epistemologico una netta demarcazione tra le categorie di criteri inferenziali utilizzabili (massime d'esperienza, leggi scientifiche a carattere universale o statistico) alla luce del riconosciuto fallibilismo della scienza. Autorevole dottrina ha rilevato come tra proposizioni dell'esperienza corrente e scienza non vi sia un salto netto, ma come

V., peraltro, sul punto, M. ROMANO, *Nesso causale e concretizzazione delle leggi scientifiche in diritto penale*, in *Scritti per Federico Stella*, Napoli, 2007, p. 914; VIGANÒ, *Riflessione sulla c.d. causalità omissiva in materia di responsabilità medica* in *Riv. it. dir. proc. pen.*, 2009, p. 1679.

⁶³ V. CATALANO, *Norme a contenuto costituzionale nel codice. Il canone dell'“oltre ogni ragionevole dubbio”*, in AA. VV., *Il rito accusatorio a vent'anni dalla grande riforma. Continuità, fratture, nuovi orizzonti*, Atti del XXI Convegno dell'Associazione fra gli studiosi del processo penale, Milano, Giuffrè, 2012; EAD., *Il concetto di ragionevolezza tra lessico e cultura del processo penale*, in *Diritto penale e processo*, 2011, p.85 ss.

⁶⁴ Le norme sulla formazione del convincimento e sulla struttura della motivazione prescrivono un metodo alla stregua del quale verificare il soddisfacimento dello *standard* di prova richiesto. In prospettiva parzialmente diversa v. IACOVIELLO, *Lo standard probatorio dell'al di là di ogni ragionevole dubbio e il suo controllo in cassazione*, in *Cass. pen.*, 2006, p. 3896. Parte della dottrina legge le norme sulle regole di giudizio come limiti al convincimento del giudice nel senso che ne graduano il livello. V. NOBILI, *Esiti, errori, arbitrii dietro un'illustre formula: gli ultimi trent'anni*, in AA. VV., *Il libero convincimento del giudice penale. Vecchie e nuove esperienze*, Milano, 2004.

⁶⁵ V. Cass. pen., sez. V, 17 maggio 2006, Mangion, in *Cass. pen.*, 2006, p. 3537, che attesta una prassi assolutamente prevalente, nonostante un autorevole precedente delle sezioni unite che preclude al giudice il raffronto tra le argomentazioni della sentenza impugnata e “modelli di ragionamento mutuati dall'esterno”. V. Cass., sez. un., 23 giugno 2000, Jakani, in *Cass. pen.*, 2001, p. 1436, con nota di DANIELE, *Una pronuncia delle Sezioni unite sul vizio di motivazione: an e quomodo del giudizio di legittimità*.

Una limitazione astratta dei criteri inferenziali utilizzabili con riferimento a un singolo tema di prova ha potuto evocare un ritorno al sistema delle prove legali. V. PIEMONTESE, *Il principio dell'oltre ogni ragionevole dubbio tra accertamento processuale e ricostruzione dei presupposti della responsabilità penale*, in *Dir. pen. proc.*, 2004, p. 757.

l'episteme sfumi nella *doxa*⁶⁶. Si pensi alla controversa possibilità di inquadrare entro il paradigma delle leggi scientifiche il modello delle rappresentazioni sociali offerto dalla scienza antropologica e ritenuto suscettibile di impiego nella verifica del nesso causale nel processo alla Commissione Grandi Rischi⁶⁷. Piuttosto si delinea la necessità di stabilire, da un lato, quali studi epidemiologici, e, più in generale, quali conoscenze cliniche, scientifiche e statistiche costituiscano “buona scienza,” dall’altro lato, quali criteri interpretativi siano inaccettabili e illogici.

Quanto al primo punto, vengono in rilievo due griglie interpretative, l’una relativa alla definizione dei canoni di validità della prova scientifica, l’altra relativa alla elaborazione di criteri di affidabilità specifici per la prova statistica. Le modalità di introduzione della prova statistica possono passare, infatti, attraverso la testimonianza di un esperto o di più esperti: un epidemiologo; un patologo che metta in evidenza i meccanismi biologici coinvolti nello sviluppo di una patologia a seguito dell’esposizione a un agente; un medico clinico che deponga sullo stato generale di salute del soggetto esposto⁶⁸.

Sotto il profilo della definizione di uno specifico statuto della prova statistica, assume rilievo l’apprendimento e la ricognizione di criteri di affidabilità delle diverse metodologie adottate, trapiantate sul terreno del processo penale. Così, nel caso del Petrolchimico di Porto Marghera, con riferimento alle tipologie di studio tipiche della ricerca epidemiologica, la Cassazione ha dato rilievo, ai fini della esclusione del nesso di condizionamento tra l’esposizione al CVM e l’insorgenza delle patologie di una particolare categoria di lavoratori, alla scorrettezza metodologica dello studio di coorte richiamato dalle parti civili che aveva analizzato “congiuntamente i casi dei lavoratori dipendenti dalle imprese industriali di interesse e quelli delle cooperative che prestavano la loro attività anche in aziende diverse”⁶⁹.

Il secondo tema di indagine verte sull’individuazione di criteri di valutazione della prova che non siano inaccettabili sul piano logico.

La prova statistica e la prova scientifica a struttura probabilistica hanno di regola natura indiziaria, anche quando sia associato ad esse un coefficiente di

⁶⁶ FERRUA, *Il libero convincimento del giudice penale: i limiti legali*, in AA. VV., *Il libero convincimento del giudice penale. Vecchie e nuove esperienze*, Milano, 2004, p. 71.

⁶⁷ V. [Trib. L'Aquila, 22 ottobre 2012](#), [Barberi, giud. Billi, in questa Rivista, 21 gennaio 2013](#).

⁶⁸ SOAVI GIARETTA, *La spiegazione e la prova del rapporto causale*, in *Cass.pen.*, 2010, p. 1219. V. anche Cass., sez. IV, 23 dicembre 2010, Cozzini, cit.: “anche in presenza di un dato statisticamente significativo, oltre alla correttezza metodologica dell’indagine epidemiologica, assum[e] grande importanza ... la presenza di informazioni d’ordine biologico che spieghino dall’interno i meccanismi della relazione causale che l’epidemiologia stessa ha assunto dalla relazione probabilistica”.

La legislazione canadese contempla un embrionale statuto *ad hoc* della prova statistica -limitatamente alla materia della ripartizione del risarcimento in ipotesi di *class action* -che provvede, ad esempio, a distinguere le ipotesi di statistiche provenienti da organi ufficiali e le ipotesi di prove statistiche confezionate *ad hoc* da esperti. In questo ultimo caso è assicurato alle altre parti il diritto di controesaminare l’esperto. V. *Class Proceedings Act*, 1992.

⁶⁹ Cass., sez. IV, 17 maggio 2006, n. 4675, Bartalini, in *Cass. pen.* 2009, p. 2837, con nota di Di SALVO, *Esposizione a sostanze nocive, leggi scientifiche e rapporto causale nella pronuncia della Cassazione nel caso Porto Marghera*.

probabilità prossimo a 1. Così, la prova statistica costituita dalla probabilità dello 0,999 che una telefonata di falso allarme sia partita da un dato apparecchio telefonico costituisce comunque un indizio, che individua direttamente l'abitazione e solo indirettamente l'autore della telefonata⁷⁰. Deve, quindi, applicarsi, in genere, il principio per cui l'indizio singolo non può fondare una pronuncia di condanna.

La metodologia indiziaria di ricostruzione dei fatti subisce, tuttavia, un parziale correttivo. Infatti, in considerazione della peculiare struttura epistemologica della prova statistica, potrebbe ritenersi necessaria la presenza di prove particolaristiche (*specific o individualized evidence*). Il limite epistemologico della prova statistica pare giustificare, di regola, la necessità di una combinazione della prova indiziaria medesima con una prova di carattere particolaristico.

In questa prospettiva, ad esempio, la prova statistico-epidemiologica della causalità generale funge da indizio della causalità individuale e la prova particolaristica costituisce la fonte di altri indizi⁷¹. La forza della combinazione tra prova statistica e prova particolaristica è saggiata nel corso del momento metodologico successivo costituito dalla verifica della concordanza dei medesimi indizi ovvero della confluenza dei singoli dati probatori verso una ipotesi ricostruttiva unitaria. L'adesione alla ipotesi ricostruttiva così individuata si giustifica sulla base della sua capacità esplicativa dei fatti accertati (momento logico della verifica dell'ipotesi) nonché della preventiva analisi delle spiegazioni alternative (momento logico della falsificazione dell'ipotesi). Tale procedimento falsificazionista di matrice Popperiana è accolto dal nostro codice nell'art. 546 1° comma, lett. e) che, coerentemente con l'impostazione dialettica del rito penale, statuisce l'obbligo del giudice di indicare le prove poste a base della decisione e di enunciare le ragioni per le quali non ritiene attendibili le prove contrarie⁷².

Diversi sono l'impostazione e la soluzione del problema della ammissione e della valutazione della nuda prova statistica. Le frequenze statistiche di base costituiscono, di regola, indizi privi dei requisiti della gravità e della precisione.

L'ammissione della nuda prova statistica (frequenza statistica di base di una caratteristica) richiede la preliminare soluzione di un problema di ordine logico, legato alla individuazione della classe di riferimento entro la quale inquadrare l'evento individuale⁷³. Si pensi alla morte dei bambini di Sally Clark, suscettibile di essere

⁷⁰ L'esempio è tratto dal caso Chedzey riportato da ROBERTSON- VIGNEAUX, *Interpreting Evidence, Evaluating Forensic Science in the Courtroom*, Chichester, 1995.

⁷¹ Significativamente, la sentenza delle Sezioni unite, 10 luglio 2002, Franzese, cit., assimila al metodo indiziario di ricostruzione dei fatti il modello bifasico di accertamento del nesso causale che si articola nei due stadi successivi della verifica della causalità generale e della verifica della causalità individuale alla luce dell'evidenza disponibile nel caso di specie e della esclusione di decorsi causali alternativi. V. al riguardo TONINI-CONTI, *op.cit.*, p. 170 ss.

⁷² Nel senso che il criterio della "preferibilità dell'ipotesi" trova nella norma una base testuale rassicurante v. FASSONE, *Dalla «certezza» all'«ipotesi» preferibile: un metodo per la valutazione*, *Riv. it. dir. proc. pen.*, 1995, p. 1104; DE LUCA, *Il sistema delle prove penali e il principio del libero convincimento nel nuovo rito*, in *Riv.it. dir. proc. pen.*, 1992, p. 1263.

⁷³ V. REICHENBACH, *The theory of probability*, London, 1949.

inquadrata entro più classi di riferimento -infanticidio o SIDS- ciascuna delle quali caratterizzata da una diversa frequenza statistica (e probabilità logica). Anche laddove elementi del caso concreto consentano una chiara individuazione della classe di riferimento, residuano obiezioni di principio difficilmente superabili. Lo stesso riferimento ad una classe costituisce un limite epistemologico della prova. I criteri inferenziali che collegano l'evento alla classe di riferimento e la classe di riferimento al tema di prova si fondano su probabilità di tipo stocastico piuttosto che su generalizzazioni causali e, quindi, non appaiono, di regola, compatibili né con il sistema di valori sotteso al vigente rito penale, né con l'esigenza di garantire la funzione cognitiva del processo. Tra l'altro, questa serie di passaggi inferenziali si presta, da un lato, ad integrare l'inammissibile schema logico della *praesumptio de praesumpto*, dall'altro lato, ad agevolare l'epifania di abusi. Così, in un controverso caso giudiziario, la commisurazione della pena inflitta a Charles Shonubi, contrabbandiere della droga nigeriano, veniva a dipendere, a norma delle *Federal Sentencing Guidelines*, dalla quantità di droga trasportata non solo nell'episodio oggetto della condanna, ma anche in occasione di altri analoghi episodi per i quali Shonubi non era stato incriminato. Una prima decisione, successivamente annullata, aveva determinato la quantità di droga complessivamente importata (e quindi la misura della pena) moltiplicando la quantità rinvenuta nel caso oggetto del processo per il numero dei viaggi accertati. Nel giudizio di rinvio è stata, quindi, ammessa la prova statistica della media della quantità di droga reperita su contrabbandieri della droga nigeriani in arrivo nello stesso aeroporto nel periodo di tempo compreso tra il primo e l'ultimo viaggio di Shonubi. Nel caso di specie la condanna è stata annullata nuovamente. In tale occasione, la Corte d'appello ha evidenziato la necessità di *specific evidence* a supporto della commisurazione della pena⁷⁴.

Nella ricostruzione dell'intera materia è inevitabile un approccio casistico condotto alla luce dei principi informatori del sistema. Analogamente, autorevole dottrina processualpenalistica ha affermato come sia "fuori discussione che il dato statistico possa legittimamente rientrare in determinati casi nel patrimonio di conoscenze a disposizione del giudice"⁷⁵.

Il problema dell'ammissibilità e del valore probatorio della *naked statistical evidence* si pone in termini parzialmente diversi qualora il tema di prova sia costituito non dal fatto dedotto dell'imputazione ma da un fatto processuale, quale, ad esempio, il presupposto probatorio del fermo di persona gravemente indiziata di reato. La

⁷⁴ V. *United States v. Shonubi*, 962 F. Supp. 370 [E.D.N.Y. 1997]; *United States v. Shonubi*, 103 F. 3d 1085 [2d. Cir. 1997]; *United States v. Shonubi*, 895 F. Supp. 460 [E.D.N.Y. 1995]; *United States v. Shonubi*, 998 F. 2d 84 [2d. Cir. 1993]; *United States v. Shonubi*, 802 F. Supp. 859 [E.D.N.Y. 1992]. Sul tema v. TILLERS, *If Wishes Were Horses: Discursive Comments on Attempts to Prevent Individuals from Being Unfairly Burdened by Their Reference Classes*, in *Law, Probability, and The Risk*, 2005, vol. 4, p. 33-49; ALLEN - PARDO, *The Problematic Value of Mathematical Models of Evidence*, in *J. Legal Stud.*, 2007, vol. 36, p. 107; COLYVAN-REGAN -FERSON, *Is It a Crime to Belong to a Reference Class?*, in *Journal of Political Philosophy*, 2001, vol. 9, p. 168.

⁷⁵ V. CAPRIOLI, *L'accertamento della responsabilità penale "oltre ogni ragionevole dubbio"*, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2009, p. 72.

casistica giurisprudenziale statunitense fa registrare casi riletti in termini di dimostrazione statistica della *probable cause* richiesta per la legittimità di arresti senza mandato⁷⁶.

Nel nostro sistema, non mutano i canoni di razionalità dell'accertamento dei fatti processuali all'interno di un regime delle prove penali che concede pochi margini all'operatività di automatismi e presunzioni⁷⁷. Per converso, appare più difficile negare *in toto* diritto di cittadinanza alla prova statistica in un ambito, quale è quello dei procedimenti incidentali *de libertate*, ampiamente caratterizzato dall'operatività di presunzioni legali assolute, basate in fondo, come la statistica, su generalizzazioni tratte dall'esperienza dell'*id quod plerumque accidit*. Emerge al riguardo in concreto uno dei caratteri scomodi del discorso sulla prova statistica: quello di evidenziare i profili di debolezza e di intrinseca contraddizione del sistema probatorio.

6. I mutevoli confini etici ed epistemologici dell'approccio bayesiano alla razionalità cognitiva.

L'applicazione della teoria delle probabilità trova il suo ambito privilegiato di applicazione nel secondo stadio della valutazione probatoria: la valutazione della prova nel suo complesso, che scaturisce dalla interpretazione e dal coordinamento di più atti a contenuto probatorio⁷⁸. In questa accezione ricorre il termine "prova" nell'art. 530 c.p.p. che parla di mancanza o insufficienza della prova in ordine alla sussistenza del fatto, alla sua illiceità penale e alla sua commissione da parte dell'imputato⁷⁹. Il secondo stadio della valutazione probatoria ha costituito terreno elettivo per l'applicazione di modelli di analisi delle vicende oggetto di giudizio in chiave probabilistica, quali il teorema di Bayes⁸⁰.

Il teorema di Bayes, che costituisce il modello formale per aggiornare una probabilità soggettiva, può essere utilizzato al fine di stimare l'impatto sull'ipotesi di colpevolezza derivante dall'introduzione dei singoli elementi di prova e al fine di

⁷⁶ V. Maryland v. Pringle, 540 U.S. 366 (2003). V. S. F. COLB, *Probabilities in Probable Cause and Beyond: Statistical versus Concrete Harms*, in *Law and Contemp. Prob.*, 2010, p. 69, che si pone il quesito se "arresting two people, one of whom is innocent and one of whom is guilty, is constitutionally distinct from arresting one person for whom the probability of guilt is 0.5".

⁷⁷ V. CATALANO, *Regole ordinarie sulla prova ed accertamenti complementari*, in *Gli accertamenti complementari*, a cura di Montagna, Giappichelli, 2011; EAD., *L'accertamento dei fatti processuali*, in *Ind.pen.*, 2002.

⁷⁸ IACOVIELLO, *La motivazione della sentenza penale e il suo controllo in cassazione*, Milano, 1997, p. 311. Per l'uso dell'espressione "prova nel suo complesso" v. DOMINIONI, *La prova penale scientifica. Gli strumenti scientifico-tecnici nuovi o controversi e di elevata specializzazione*, Milano, 2005, p. 320.

⁷⁹ SIRACUSANO, *Le prove*, in SIRACUSANO-GALATI-TRANCHINA-ZAPPALÀ, *Diritto processuale penale*, I, Milano, 2004, p. 349.

⁸⁰ V. T. BAYES, *An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances*, in *53 Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 370 (1763).

passare da una probabilità iniziale a una probabilità finale di conferma dell'ipotesi⁸¹. La probabilità che sia vera l'ipotesi H (ad esempio, l'ipotesi di colpevolezza) dato l'elemento di giudizio E è considerata sia in relazione alla probabilità che si dia E se H è vera sia in relazione alla probabilità a priori di H (probabilità a priori dell'ipotesi di colpevolezza), secondo la formulazione convenzionale⁸²:

$$P(H|E) = \frac{P(H) \times P(E|H)}{P(E)}$$

Nel processo penale italiano il teorema di Bayes è stato adottato sporadicamente non al fine fisiologico di valutare l'impatto sulla pregressa probabilità di colpevolezza prodotto da ciascuna delle prove via via introdotte, ma al fine minore di esprimere il grado di attendibilità di singoli elementi di prova. Nell'ambito della esecuzione di una perizia fonica la metodologia bayesiana è stata utilizzata dal perito di ufficio al fine di pervenire a un valore medio di probabilità di esatta identificazione della voce, attraverso l'elaborazione statistica dei risultati dei metodi comunemente adottati in materia⁸³.

Nel processo civile è stato attribuito un ruolo più incisivo alla metodologia bayesiana negli accertamenti di paternità naturale. L'equazione di Essen-Möller, basata sul teorema di Bayes, costituisce la formula più usata in genetica forense per stabilire la probabilità di paternità, calcolata in funzione della distribuzione della frequenza dei marcatori genetici sia nella popolazione di riferimento sia nella coppia madre-figlio. L'equazione di Essen-Möller, nel rielaborare su base statistica i risultati della prova immunogenetica, assume convenzionalmente quale probabilità a priori di paternità il valore 0,5. La giurisprudenza civile, nel rimarcare l'affidabilità del metodo, sottolinea la necessità di elementi sussidiari di riscontro che corroborino l'attribuzione di paternità⁸⁴. La trasposizione nel processo penale di questa metodologia – suscettibile di

⁸¹ Le origini della concezione soggettivista della probabilità si fanno risalire a RAMSEY, *Truth and Probability*, in *The Foundation of Mathematics and Other Logical Essays*, London, 1931; DE FINETTI, *Teoria delle probabilità*, Torino, 1970. Sull'intera tematica v. di recente FERRER BELTRAN, *La valorisación racional de la prueba* (2007), trad. it., *La valutazione razionale della prova*, Milano, 2012.

⁸² V. AITKEN -TARONI, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Chichester, 2004, p. 80; REDMAYNE, *Bayesianism and Proof*, in Freeman-Reece, *Science in Court*, Ashgate, 1998; ROBERTSON-VIGNEAUX, *Interpreting Evidence, Evaluating Forensic Science in the Courtroom*, Chichester, 1995. V. anche CALLEN, *Notes on a Grand Illusion: Some Limits on the Use of Bayesian Theory in Evidence Law*, in *Indiana L.J.*, 1982, col. 57, p.1; B. FROSINI, *Le prove statistiche nel processo civile e nel processo penale*, cit., p. 174; GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in *Cass.pen.*, 2007, p. 326. Una più semplice formulazione del teorema di Bayes è recepita spesso nella letteratura giuridica. V. A. MURA, *Teorema di Bayes e valutazione della prova*, in *Cass. pen.*, 2004, p. 1812; FERRER BELTRAN, *La valorisación racional de la prueba*, cit., p.108.

⁸³ Trib. Torino, 23 dicembre 1991, Leonardis, in *Cass.pen.*, 1992, p.2212.

⁸⁴ V. Trib. Min. Catania, 24 ottobre1991, Melli, in *Dir. Famiglia*, 1992, p. 693. V. anche Trib. Min. Venezia, 27 novembre 1986, Pasqual c. Doro, in *Giur.mer.*, 1986, p. 639.

assumere efficacia dimostrativa rispetto ai reati di violenza sessuale⁸⁵ – si scontra contro il tradizionale ostacolo, difficilmente aggirabile, costituito dal rapporto di sofferenza tra la assegnazione di un valore a priori alla probabilità di paternità (e quindi di colpevolezza) e la cornice costituzionale del processo penale.

L'utilizzo del teorema di Bayes nelle aule di giustizia quale modello del ragionamento probatorio suscita più perplessità, legate alle insuperabili incertezze circa il calcolo della probabilità a priori, nonché all'irriducibile contrasto tra la determinazione della medesima probabilità e i principi informatori del sistema⁸⁶.

Uno dei passaggi logici più criticati e più fragili del teorema di Bayes, ovvero la fissazione di un grado di probabilità a priori, può essere, tuttavia, valorizzato quale elemento idoneo a neutralizzare talune forme di fallacia dell'accusatore, riconducibili proprio alla tendenza dell'accusa a ignorare le probabilità a priori. Così, in un'ipotesi di presunti abusi sessuali verso la figlia da parte di un padre descritto da tutti come un padre eccellente e alla fine proscioltto, l'accusa aveva sviluppato l'argomentazione secondo la quale "...tutte le evidenze mostrano che costui era un padre modello... Quindi, se ...[la figlia] lo accusa, quali altre ragioni avrebbe per farlo, se non dice la verità?"⁸⁷. Questa argomentazione omette tuttavia di considerare il rapporto a priori, ovvero il grado –elevato– di probabilità che un padre premuroso non abbia abusato della figlia.

La prospettiva bayesiana presenta, quindi, margini di utilità in quanto vale a identificare trappole cognitive del ragionamento probatorio⁸⁸. Così la fallacia del condizionale trasposto diviene immediatamente riconoscibile ove rappresentata in termini di confusione tra una verosimiglianza e una probabilità a posteriori ovvero tra la probabilità di riscontrare casualmente la evidenza su un innocente (verosimiglianza dell'ipotesi H dato l'elemento di prova E) e la probabilità di innocenza dell'imputato (probabilità a posteriori di H)⁸⁹.

⁸⁵ Nel sistema statunitense, nel caso *State v. Skipper*, l'analisi bayesiana presentata dal perito -che approdava all'esito di una probabilità di colpevolezza dello 0,997, muovendo da una probabilità a priori di paternità pari allo 0,5- è stata ritenuta incompatibile con la presunzione di innocenza. V. *State v. Skipper*, 637 A 2d 101 [Conn. 1994]. V., al riguardo, STEIN, *Judicial Fact-Finding and the Bayesian Method: The Case for Deeper Scepticism about their Combination*, in *International Journal of Evidence and Proof*, 1996, vol. 1, p. 25.

⁸⁶ FERRER BELTRAN, *La valoración racional de la prueba*, cit., p. 110; B. FROSINI, *Il ruolo della statistica nel processo penale*, in De Maglie-Seminara, *Scienza e causalità*, Padova, 2006, p. 70; STEIN, *Judicial Fact-Finding and the Bayesian Method: The Case for Deeper Scepticism about their Combination*, in *International Journal of Evidence and Proof*, 1996, vol.1, p. 25.

⁸⁷ CHERUBINI, *Trappole cognitive nel ragionamento giudiziario*, in *Cass. pen.*, 2007, p.1364. V anche TARONI-AITKEN-GARBOLINO-BIEDERMANN, *Bayesian Networks and Probabilistic Inferences in Forensic Science*, Chichester, 2006.

⁸⁸ GARBOLINO, *Il ragionevole dubbio e la teoria bayesiana della decisione*, in *Cass.pen.*, 2009, p. 4041.

⁸⁹ AITKEN-TARONI, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Chichester, 2004, p. 80. Analogamente l'uso di modelli formali del ragionamento probatorio può controbilanciare l'impatto distortivo dipendente dal modo in cui la prova è presentata, disinnescando, ad esempio, gli effetti indotti dalla *ratio Bias* per cui le persone sono più sensibili ai valori assoluti che al loro rapporto. Il formato statistico della probabilità può essere espresso sotto forma di percentuale o di frequenza, forme matematicamente ma non psicologicamente identiche. V. PASSERINI-MACCHI, *La psicologia dei numeri in*

Nelle applicazioni processuali il teorema di Bayes è formulato in termini di passaggio da un dato rapporto tra le probabilità a priori della colpevolezza e dell'innocenza a un dato rapporto tra le probabilità a posteriori della colpevolezza e dell'innocenza:

$$\frac{P(H|E)}{P(\text{non } H|E)} = \frac{P(E|H)}{P(E|\text{non } H)} \times \frac{P(H)}{P(\text{non } H)}$$

Nel passaggio tra le probabilità a priori e le probabilità a posteriori il fattore determinante è la *likelihood ratio* dell'indizio, costituita dal rapporto tra la probabilità che si dia E (si riscontri l'evidenza) se H è vera (colpevolezza) e la probabilità che si dia E (si riscontri l'evidenza) se H non è vera (innocenza)⁹⁰:

$$LR(\text{indizio } E) = \frac{P(\text{indizio } E|H)}{P(\text{indizio } E|\text{non } H)}$$

Qualora l'ipotesi H sia il concorso morale dell'imputato nel reato e E l'elemento di prova alibi, la probabilità che l'imputato fosse altrove al momento del reato è identica nelle due ipotesi (colpevolezza o innocenza rispetto all'accusa di concorso morale). La probabilità iniziale di colpevolezza resta invariante. L'elemento di prova alibi è in questo caso irrilevante⁹¹. Secondo un modello di analisi teorizzato da Lempert, il rapporto di verosimiglianza illustra proprio il grado di rilevanza di una prova⁹².

La *likelihood ratio* assume importanza nella valutazione del potere risolutivo di prove tecnico-scientifiche quali la identificazione di una voce⁹³.

Le più recenti tendenze riscontrabili sul terreno dell'approccio bayesiano alla valutazione delle prove si orientano verso la ricerca di una sempre più accurata stima della *likelihood ratio* attraverso gli opportuni aggiustamenti che tengano conto di una serie sempre maggiore di variabili⁹⁴. La ricerca della stima più accurata della *likelihood*

tribunale: gli effetti della formulazione della prova del DNA sul giudizio di colpevolezza, in *Cass.pen.*, 2007, p. 4371, che evidenziano come le persone siano più propense a emettere una decisione di colpevolezza con la presentazione della prova nella versione target singolo e in formato probabilistico.

⁹⁰ V. AITKEN-TARONI, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Chichester, 2004, p. 80. Sulla determinazione della *likelihood ratio* v. anche BIEDERMANN-TARONI-CHAMPOD, *How to assign a likelihood ratio in a footwear mark case: an analysis and discussion in the light of R.v. T.*, in *Law Probability and the Risk*, 2012, vol.11, p. 259; CHERUBINI, *Interferenze indiziarie e distorsioni nella valutazione delle assenze*, in *Cass.pen.*, 2010; BODZIACK, *Traditional conclusions in footwear examinations versus the use of the Bayesian approach and likelihood ratio: a review of a recent UK appellate court decision*, in *Law Probability and the Risk*, 2012, vol. 11, p. 279.

⁹¹ V. CATALANO, *La prova d'alibi*, Milano, 1998, p. 101.

⁹² V. LEMPERT, *Modeling Relevance*, in *Mich.L. Rev.*, 1997, vol. 75, p. 1021.

⁹³ V. CHIMICI, *Profili giuridici del riconoscimento del parlante*, in *Scienza e processo penale*, a cura di Conti, Milano, 2011, p. 383.

⁹⁴ Tale metodologia ha trovato applicazione nella determinazione della *likelihood ratio* relativa alla frequenza statistica di una data impronta di scarpa che costituiva lo snodo problematico centrale nel caso

ratio può passare anche attraverso la rinuncia ad attribuire alla medesima un valore assoluto e attraverso la determinazione della misura in cui il valore della LR sia influenzato dal valore di un altro parametro (valutazione qualitativa della *likelihood ratio*).

I limiti epistemologici e etici della impostazione bayesiana hanno trovato un parziale correttivo nella costruzione di reti bayesiane ovvero di diagrammi costituiti da vertici o nodi e da frecce che uniscono i nodi illustrando relazioni di dipendenza probabilistica tra le ipotesi e gli elementi di prova. L'uso delle reti bayesiane consente di verificare l'ordine di grandezza dell'impatto che certi cambiamenti hanno su altri parti del problema⁹⁵. Nel network bayesiano a ciascun nodo possono essere attribuiti più volte valori differenti per verificare l'effetto di ogni variazione sulle diverse componenti del modello⁹⁶. L'esito finale di queste simulazioni è costituito non da uno o più risultati numerici ma dalle informazioni acquisite circa l'ordine di grandezza dell'impatto che la modifica di talune variabili ha sull'ipotesi di partenza. Ne esce confermato indirettamente l'assunto che il calcolo delle probabilità è importante "non per i numeri ma per la struttura che impone ai nostri ragionamenti"⁹⁷. Il ricorso a modello astratto può valere perfino a frenare il rischio di un processo fatto coi numeri dove ciò che non si può contare non esiste

Infatti, i modelli probabilistici del ragionamento, comportando una esplicitazione del margine di errore insito in ogni processo inferenziale, possono arginare la deriva scienziata del processo penale evidenziando il carattere irriducibilmente probabilistico del giudizio sul fatto⁹⁸.

L'utilizzo di metodi probabilistici di valutazione delle prove instilla nel giudicante il metodo del dubbio che coincide con il metodo falsificazionista già

R. v. T. V. BIEDERMANN-TARONI-CHAMPOD *How to assign a likelihood ratio in a footwear mark case: an analysis and discussion in the light of R. v. T.*, in *Law Probability and the Risk*, 2012, vol.11, p. 259. L'analisi delle varie componenti della LR fa emergere il ricorso a un *crime related dataset* relativo alla *footwear mark evidence* rinvenuta sulla scena di crimini analoghi, a un *crime related offender database*, relativo alle impronte di scarpe di autori di reati simili, a un *innocent suspect database*, nonché a un *framework* delle circostanze del crimine e un *framework* relativo allo stile di vita del sospettato. V. anche BIEDERMANN-TARONI, *Evidential relevance in scene to offender transfer cases: development and analysis of a likelihood ratio to offender level propositions* in *Law Probability and the Risk*, 2011, vol.10, p. 277.

⁹⁵ V. TARONI-GARBOLINO, *Evaluation of Scientific Evidence Using Bayesian Networks*, in *Forensic Science International*, 2002, vol. 125, p. 90. V. anche AITKEN-TARONI, *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Scientists*, Chichester, 2004, p. 420; JENSEN, *Bayesian Networks and Decision Graphs*, New York, 2001. La rappresentazione grafica delle interazioni tra ipotesi e elementi di prova sta vivendo una nuova stagione di fioritura che forse riflette l'accresciuta complessità del conoscere giudiziale V. già J. WIGMORE, *The Problem of Proof*, in *Ill. L. Rev.*, 1913, vol.8, p. 77. Di recente v. TILLERS, *Introduction: Visualizing Evidence and Inference in Legal Settings*, in *Law Probability and the Risk*, 2007, vol. 6, p. 1, nonché DAWID-EVETT, *Using a Graphical Method to Assist the Evaluation of Complicated Patterns of Evidence*, in *J. Forensic Sci.*, 1997, vol. 42, p. 226.

⁹⁶ GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in *Cass.pen.*, 2007, p. 326.

⁹⁷ GARBOLINO, *Nuovi strumenti logici e informatici per il ragionamento giudiziario: le reti bayesiane*, in *Cass.pen.*, 2007, p. 326.

⁹⁸ SCALFATI, *La deriva scienziata dell'accertamento penale*, in *Proc.pen.giust.*, 2011, n.5, p. 144.

implicito dal nostro ordinamento. L'interpretazione giurisprudenziale, ad opera delle Sezioni unite, dello standard probatorio BARD in relazione al grado di probabilità logica di conferma di una ipotesi corrobora l'adozione di quel metodo falsificazionista che già emerge dal codice⁹⁹. Infatti, il canone dell'oltre ogni ragionevole dubbio ha una dimensione epistemologica che rinvia, in ultima analisi, a una concezione irriducibilmente probabilistica del giudizio sul fatto. Ma il canone dell'oltre ogni ragionevole dubbio ha soprattutto una dimensione etico-politica. Tale principio traccia un lineamento fondamentale della fisionomia di un processo, quello penale, deputato a regolare il rapporto tra individuo e autorità. Si tratta, quindi, di un principio avente valore costitutivo dell'ordine giuridico, ovvero avente contenuto costituzionale¹⁰⁰.

La dimensione epistemologica si salda così alla dimensione etico-giuridica del giudizio sul fatto, in un fragile equilibrio che costituisce la chiave di volta delle riflessioni sulla prova statistica. L'assetto attuale del sistema probatorio penale esprime posizioni non di difesa, ma di battaglia, che perseguono uno spostamento in avanti del limite nell'esplorazione del giudizio sul fatto, attraverso la presa di coscienza della necessaria osmosi tra diritto sostanziale e diritto processuale ed eventualmente attraverso l'applicazione di modelli probabilistici che possono accrescere l'accuratezza degli esiti del processo. La logica dei numeri, inquadrata in una cornice ideale di valori, rappresenta una sfida per l'interprete a non arrendersi al mistero del giudizio¹⁰¹.

⁹⁹ V. Cass., sez. un. 10 luglio 2002, Franzese, in *Riv.it.dir.proc.pen.*, 2002, p. 767; Cass., sez. IV, 7 aprile 2004, n. 25310.

¹⁰⁰ V., sui caratteri delle norme costituzionali, V. ZAGREBELSKY, *Il diritto mite*, Torino, 1992, 148; GUASTINI, *Teoria e dogmatica delle fonti*, Milano, 1998.

¹⁰¹ Tuttavia, nessun modello teorico di analisi del giudizio di fatto ha dimostrato efficacia euristica sufficiente a penetrare il mistero del giudizio. V. CAPOGRASSI, *Giudizio processo scienza verità*, in *Riv. dir. proc.* 1950, I, p. 1; F. CARNELUTTI, *Torniamo al giudizio*, in *Riv. dir. proc.*, 1949, I, p. 165; KOSTORIS, *Giudizio (diritto processuale penale)*, in *Enc. giur.*, XV, Roma, 1997. V. anche KAYE, *Do We Need a Calculus of Weight to Understand Proof Beyond a Reasonable Doubt?*, in *Boston U. L. Rev.*, 1986, vol. 66, p.657; LAUDAN, *Truth, Error and Criminal Law. An Essay in Legal Epistemology*, New York, 2006.