

Mathematica italiana

Presso la Scuola Normale Superiore di Pisa è stata recentemente presentata, lo scorso 21 settembre, l'Edizione nazionale *Mathematica italiana*. È l'occasione per raccogliere alcune considerazioni sul ruolo delle conoscenze matematiche nella cultura e, di conseguenza, per lanciare un appello a storici della Matematica, studiosi e cultori della materia perché contribuiscano attivamente al progetto

di **Mariano Giaquinta**
e **Hykel Hosni**

MARIANO GIAQUINTA

è docente di Analisi matematica presso la Normale di Pisa, dove dirige anche il Centro "Ennio De Giorgi" per la ricerca matematica e la diffusione del sapere scientifico. I suoi interessi sono prevalentemente orientati verso il calcolo delle variazioni e le equazioni alle derivate parziali. Dal 2002 compare nell'elenco, compilato dall'ISI di Philadelphia, dei ricercatori più citati al mondo.



HYKEL HOSNI, logico matematico (ha conseguito il PhD a Manchester nel 2005), si interessa dei fondamenti logico-epistemologici del ragionamento incerto e delle sue applicazioni nella teoria della scelta razionale. È attualmente segretario dell'Associazione Italiana di Logica e Applicazioni (AILA) e responsabile editoriale di *Mathematica Italiana* <http://mathematica.sns.it>.



sa attraverso la rete internet, la cui esistenza è riconducibile in pochi passaggi alla

matematizzazione del concetto di "calcolo" culminata nel 1936 con l'invenzione di quella che oggi chiamiamo "macchina di Turing".

Le applicazioni tecnologiche della Matematica, pur importanti, non esauriscono il ruolo che questa svolge nella nostra vita quotidiana e soprattutto nella nostra cultura. È su questo aspetto,

tanto importante quanto elusivo, che vorremmo concentrare la nostra attenzione, discutendo

le linee essenziali di un esempio a nostro avviso molto interessante.

Nel 1894 Alfred Dreyfus, capitano dell'artiglieria francese, viene arrestato per alto tradimento. Dreyfus, alsaziano di religione ebraica, è accusato di aver passato segreti militari all'esercito tedesco. La Corte marziale lo condanna all'ergastolo e nel 1895 Dreyfus è

1. LA COMPETENZA MATEMATICA NELLA CULTURA: UN ESEMPIO

Attraverso le sue applicazioni, la Matematica influenza direttamente la nostra vita quotidiana e quindi inevitabilmente la nostra cultura. Per fare uno tra i tanti esempi possibili, pensiamo alla ridefinizione del concetto di partecipazione democratica che pas-

incarcerato presso l'Isola del Diavolo in Guyana. La condanna appare ai più ingiusta ed è opinione molto diffusa che Dreyfus sia vittima di una chiara istanza antisemita, agevolata dal risentimento nazionale per la recente annessione (1871) all'impero tedesco dell'Alsazia e della Lorena.

Il 13 gennaio 1898, dalle colonne del giornale *L'Aurore*, il romanziere Emile Zola dà voce a questa opinione in una celebre lettera aperta dal titolo *J'accuse*. L'articolo innesca una complicata catena di eventi che porterà la Corte di cassazione a rivedere, in varie tappe, la sentenza fino ad arrivare nel 1906 alla completa riabilitazione di Dreyfus, a cui verrà conferita l'alta onorificenza della Croce della Legione di Onore.

L'*affaire* costituisce una delle vicende giudiziarie più note ai non specialisti. Come nei migliori racconti di genere vi si intrecciano una trama politica, una religiosa e una propriamente sociale in cui l'emergente figura de "l'intellettuale" si prende carico, per così dire, delle pro-

prie responsabilità civili. Molto meno nota, ma non per questo meno importante e avvincente, è la trama scientifica e propriamente matematica che sottende il giudizio della Corte marziale di Rennes del 1899. In questo grado del processo, l'impianto accusatorio fa leva su un'impostura pseudo-scientifica macchinata da Alphonse Bertillon, noto come l'inventore dell'antropometria giudiziaria. Calcoli probabilistici mostrerebbero, secondo Bertillon, che il *bordereau* – il documento con cui l'imputato avrebbe trasmesso segreti militari all'esercito tedesco – era stato scritto proprio da Dreyfus. Senza voler entrare nei dettagli, ricordiamo che l'argomento di Bertillon si basava sulla compatibilità del *bordereau* con altri esemplari di testi indubitabilmente attribuiti a Dreyfus. La questione del peso relativo del capo accusatorio di Bertillon è controversa [1], ma è la discussione sulla validità delle sue conclusioni che apre un ulteriore filone nell'intricato caso Dreyfus – quello matematico – che ve-

de in Jules Henri Poincaré uno dei principali protagonisti.

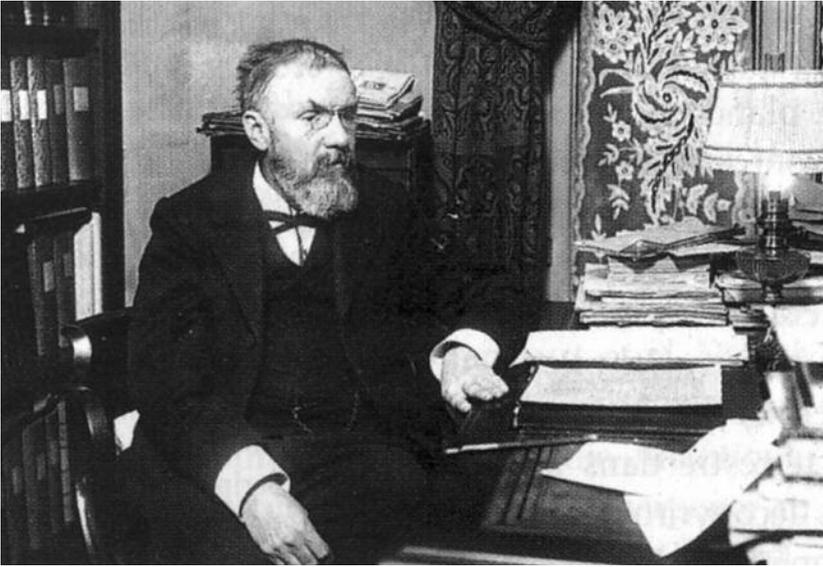
Poincaré fu incaricato, dalla difesa di Dreyfus, di valutare la correttezza dell'argomento probabilistico di Bertillon. Nella sua Memoria [2], letta in aula dal difensore di Dreyfus, Poincaré coglie l'occasione per esprimere il proprio parere sulla necessità di distinguere le verità "scientifiche" da quelle "moralì", per il raggiungimento delle quali la scienza non può essere un veicolo. In un passo che viene talvolta citato fuori dal contesto, Poincaré si riferisce all'uso della probabilità nelle "scienze morali" come allo "scandalo della Matematica" che ha permesso a matematici del calibro di Laplace e Condorcet di arrivare a conclusioni completamente prive di senso. Non è certo nostra intenzione analizzare quest'ulteriore complicatissima ramificazione del caso Dreyfus. Quello che vorremmo limitarci a mettere in evidenza, sulla scorta del recente resoconto di Sharon McGrayne [3], è che l'osservazione tecnica con cui Poincaré mostra ai giudici l'errore "colossale" di Bertillon consiste nel mostrare come questi nei suoi calcoli non tenesse conto della probabilità a priori delle coincidenze testuali [4].

La questione su cui vogliamo porre l'accento riguarda quindi la capacità tecnica dei giudici della Corte marziale di recepire l'argomento di Poincaré, non complicato, ma pur sempre inaccessibile a chi di Matematica non sa niente. Secondo quanto osservato da McGrayne, la giuria era composta da militari formati all'*École Polytechnique* sui testi di Joseph Louis François Bertrand (1822-1900). Questa coincidenza è sicuramente rilevante. È infatti noto come Bertrand, motivato in parte dalla risoluzione dei problemi pratici che lo interessavano come "matematico militare", abbia dato contributi molto importanti allo sviluppo dell'inferenza che oggi chiamiamo *baye-*



▲ Alfred Dreyfus

▼ Jules Henri Poincaré



siana. A testimonianza del suo profondo interesse per i fondamenti del ragionamento probabilistico, possiamo citare il problema oggi noto come *paradosso di Bertrand* con cui il matematico francese metteva in guardia contro l'applicazione indiscriminata del principio di indifferenza nella scelta delle probabilità iniziali [5]. Allenati a ragionare su problemi di questo genere, i giudici della Corte di cassazione non ebbero quindi difficoltà a riconoscere la validità dell'argomento di Poincaré, rigettando definitivamente la tesi di Bertillon.

A nostro avviso questo esempio mette in luce due questioni delicate e importanti. La prima riguarda il ruolo immediato delle competenze matematiche non elementari (o addirittura tecniche) nella guida del ragionamento corretto. A questo proposito è interessante sottolineare come l'ammissibilità dell'argomentazione basata sul teorema di Bayes sia una materia molto controversa nel diritto della prova [6]. Come forse avrebbe sostenuto lo stesso Poincaré, non è sempre facile distinguere l'uso generale di una competenza specifica – per esempio, la Teoria della probabilità – dal tecnicismo intellegibile soltanto agli specialisti, se non addirittura da quello

fine a se stesso. È tuttavia ragionevole ritenere che questa distinzione diventi sempre più chiara e quindi potenzialmente meno dannosa al crescere della diffusione delle stesse competenze tecniche. In secondo luogo, appare chiaramente dalla sua Memoria come Poincaré abbia svolto il ruolo de "l'intellettuale" nel caso Dreyfus continuando a fare, per così dire, il proprio mestiere di matematico. Si tratta di una situazione molto diversa da quella esemplificata dal *Manifesto Russell-Einstein* in cui gli scienziati diventano "intellettuali" vestendo i panni universalisti dell'essere umano. Pur dovendosi guardare – come richiama Poincaré – dall'emulare la pretesa onnicomprensiva della sua controparte umanista, il contributo della Matematica nella cultura può (e forse deve) essere diretto.

2. IL PROGETTO "EDIZIONE NAZIONALE MATHEMATICA ITALIANA"

Non è necessario chiamare in causa analisi statistiche per giustificare l'asserzione secondo cui la società italiana, in larghissima parte, non considera le conoscenze matematiche come parte integrante della propria cultura e di conseguenza non considera i matematici come "intellettuali". La cultu-

ra viene vista come cultura umanistica e troppo di rado come cultura scientifica e, tanto meno, matematica.

Un cambiamento di direzione è certamente auspicabile. Il progetto "Edizione nazionale *Mathematica italiana*" vuole anche contribuire a definire e quindi a raggiungere questo obiettivo. Come le biblioteche di famiglia hanno costituito per lungo tempo uno strumento essenziale per la formazione degli umanisti, pensiamo che rendere il contributo dato dai matematici italiani alla costruzione della cultura scientifica europea immediatamente disponibile a tutti costituisca il primo passo per rilanciare la presenza della cultura matematica nella nostra società. Per questo il pilastro centrale del progetto è il portale internet <http://mathematica.sns.it> che rende *liberamente accessibili* i testi e le informazioni sui matematici che hanno avuto un ruolo importante nell'avanzamento della Matematica e della Scienza dal primo Rinascimento agli inizi del ventesimo secolo.

Mathematica italiana nasce nell'ambito del Centro di ricerca matematica "Ennio De Giorgi" e della Scuola Normale Superiore, che ritengono doveroso un loro impegno verso la cultura e la cultura matematica in particolare. Nei suoi dieci anni di attività, il Centro "De Giorgi" ha investito le proprie risorse sia nel supporto dell'attività scientifica dei matematici che hanno preso parte alle sue attività sia nella diffusione della consapevolezza, nel pubblico generale, dell'importanza della cultura matematica e della Matematica nella cultura.

Mathematica italiana nasce quindi come prolungamento naturale del bacino di utenza, necessariamente locale, della serie *Matematica, cultura e società* che il Centro "De Giorgi" cura dal 2003.

Il progetto *Mathematica italiana* ha inizio nel 2008 quando il Ministero dei

▼ Home-page del sito <http://mathematica.sns.it>



Beni Culturali decide di finanziarlo per otto anni, attribuendogli una ragionevole budget iniziale. Purtroppo, però, il finanziamento si è drasticamente ridotto l'anno successivo per giungere a zero nel 2010, quando il Ministero ci ha comunicato che almeno per quell'anno le Edizioni nazionali non sarebbero state finanziate. È grazie all'Indam, che ci ha concesso un ragionevole finanziamento nel 2011, al supporto costante (sia logistico che finanziario) del Centro "De Giorgi" e all'entusiasmo di un piccolo numero di persone che abbiamo avuto la possibilità di proseguire nella realizzazione del progetto che oggi possiamo dire pienamente avviato.

Fin dalla presentazione al Ministero, il progetto si è presentato come atipico. In primo luogo per la composizione del comitato scientifico, nato dall'unione di storici della Filosofia, storici della Matematica e matematici (nel senso di tecnici della Matematica, senza particolari meriti storici). Questa pluralità di punti di vista è a nostro avviso utile per rendere conto della fitta tessitura culturale che ha caratterizzato lo sviluppo della Matematica italiana, come i suoi momenti di quiescenza. Altrettanto atipico, per un'edizione nazionale, è stato *non* propor-

re la pubblicazione delle opere di uno specifico autore in una raffinata edizione critica e in una lussuosa veste editoriale (cosa ovviamente degnissima) ma piuttosto proporre di mettere a disposizione del pubblico e degli specialisti opere della cultura matematica italiana in un sito internet accessibile a tutti e di pubblicare a stampa solo alcune di queste opere con un apparato critico leggero (in sinergia con le Edizioni della Normale). Questa è forse la scelta che meglio riflette le finalità caratterizzanti del progetto. In primo luogo sfruttare la penetrazione capillare di internet per mettere a disposizione del più vasto pubblico possibile opere di Matematica (o alla Matematica collegate) in forma gratuita cercando quindi di far perdurare l'idea che il patrimonio culturale è di tutti e, per quanto possibile, deve essere usufruibile gratuitamente da tutti. In aggiunta raccogliere, con un lavoro che ovviamente non può che durare nel tempo, dati biografici e soprattutto bibliografici primari e secondari sugli autori e sulle opere per quanto possibile esaurienti, puntando a un sito che possa diventare un luogo di scambio di informazioni e di discussione, in cui si valorizzino anche le competenze dei giovani. Il progetto raccoglie quindi la

sfiga di promuovere la diffusione della Matematica al pubblico generale senza per questo sacrificare la qualità scientifica dei contenuti proposti.

L'Edizione nazionale *Mathematica italiana* si muove quindi su più piani simultaneamente mettendo a disposizione degli utenti (siano essi storici della Matematica, matematici o semplicemente persone interessate alla Matematica) sia materiale in formato digitale, completamente gratuito, che volumi stampati presso le Edizioni della Scuola Normale Superiore. Questi ultimi non possono ovviamente essere distribuiti in forma gratuita, ma il nostro impegno è costante affinché i prezzi dei volumi rimangano molto bassi. I contenuti digitali liberamente accessibili su <http://mathematica.sns.it> si distinguono in opere di Matematica e contributi sulla Matematica. Le prime comprendono monografie, testi dedicati all'insegnamento e tesi di perfezionamento o abilitazione dei secoli passati. Queste "opere primarie" coprono un arco temporale di circa cinque secoli e provengono dalle fonti più diverse che includono biblioteche pubbliche e fondi privati. In alcuni casi la digitalizzazione è a cura del progetto, in altri abbiamo raccolto e ridistribuito contenuti già disponibili in forma digitale da altre fonti.

Ci piace pensare all'Edizione nazionale *Mathematica italiana* come alla "biblioteca di famiglia" di chiunque sia interessato, in qualsiasi forma e a qualsiasi livello, alla Matematica e al posto, a volte troppo marginale, che occupa nella costruzione della cultura italiana. Come tutte le biblioteche, non è pensabile che la sua collezione possa dirsi completa o completabile. A differenza di tante biblioteche anche digitali, non è tuttavia pensata come uno spazio esclusivo, né per credenziali di accesso, né per l'unicità dei suoi contenuti. Al contrario, si tratta di un progetto che per molti aspetti è essenzialmente aperto.

3. UN PROGETTO APERTO

In primo luogo l'Edizione nazionale *Mathematica italiana* è aperta alla collaborazione dei suoi utenti. Non si tratta, come nel caso del modello reso celebre da *Wikipedia*, di dare agli utenti la possibilità di modificare direttamente i contenuti, ma di un modello basato sul processo di revisione editoriale di tipo accademico. In questo modo si intende dare agli utenti del sito, tra cui sicuramente molti esperti, la possibilità di migliorare il materiale esistente o di proporre di nuovo.

Ciò è particolarmente auspicabile nel caso delle "opere secondarie" rese disponibili dal sito del progetto. Di particolare urgenza, per la larga fruibilità del materiale, sono le schede biografiche degli autori e quelle bibliografiche delle opere primarie già disponibili sul portale. Ci preme mettere bene in evidenza come questo non si limiti all'aggiunta di materiale mancante. Le schede biografiche attualmente disponibili raccolgono il materiale che ad ora abbiamo a disposizione sullo specifico matematico. Ma questo non significa, secondo noi, che quelle schede siano in alcun modo esaustive o definitive. Qualsiasi scheda può essere arricchita con informazioni, collegamenti ipertestuali, file multimediali ed è questo ciò che ci auguriamo succeda con il contributo che ognuno degli utenti, al proprio livello di competenza, può dare. Del tutto analogo è il caso delle schede bibliografiche che accompagnano i testi disponibili sul sito e i contributi storico-critici che ne inquadrano il contesto. Crediamo che per la sua stessa natura il successo sul lungo termine del progetto sia inevitabilmente legato al numero di persone che, trovando il servizio utile, vorranno condividere il nostro entusiasmo per il suo continuo miglioramento. Particolarmente importante è inoltre l'aiuto che gli uten-

ti del sito possono darci per migliorare e tenere aggiornata la sezione dei collegamenti ad altre risorse elettroniche utili per chi ha interesse al contenuto di *Mathematica italiana*.

C'è un altro, importante, senso in cui *Mathematica italiana* è un progetto aperto. Il portale è interamente realizzato con tecnologie *open source*, libere dunque da *copyright* come lo sono le opere che mette a disposizione. Tutto è quindi liberamente consultabile e archiviabile da parte degli utenti. Esistono molti progetti analoghi in Italia e nel mondo ma forse nessuno mette a disposizione degli utenti, con un solo *click*, un volume paragonabile di opere direttamente in formato pdf e gratuitamente. Così è possibile archiviare, consultare ed eventualmente stampare i testi di *Mathematica italiana* senza essere costantemente connessi alla rete internet oppure senza dover ripetere le stesse operazioni ad ogni pagina consultata. Questo ci porta ad illustrare le nostre scelte tecniche concernenti l'acquisizione e la distribuzione del materiale digitale nell'ambito del progetto.

In una celebre battuta di "Amore e guerra", Woody Allen dichiara con soddisfazione di essersi preso cura dei dettagli più minuti e di doversi ormai preoccupare soltanto dei punti principali. La "digitalizzazione" di testi a stampa di natura assai eterogenea costituisce un problema che mette immediatamente davanti agli occhi i dettagli (dall'elaborazione dei metadati all'acquisizione del testo, dalla possibilità di visualizzare individualmente in vari formati le pagine alla progettazione di formati compatibili con *smartphones* e *tablets*). Lo spazio delle possibilità offerte dai dettagli è chiaramente enorme e siamo ben consapevoli dei benefici che questi potrebbero portare per incrementare il bacino di utenza e quindi l'efficacia del progetto. Abbiamo però deciso di par-

tire dal punto principale che per noi è costituito dal mettere a disposizione di tutti opere di Matematica e materiale biografico e storico-critico sulla *Matematica italiana*. Prendiamo, ad esempio, il caso della raccolta dei metadati delle opere. Riteniamo che a fronte dei costi e dei tempi estremamente impegnativi necessari per sfruttare sensatamente le possibilità offerte dai metadati, la semplice presenza di molti volumi sia nettamente preferibile. Abbiamo quindi deciso di non intraprendere la strada dell'ultimo ritrovato tecnologico ma di costruire una piattaforma sostenibile in cui si potesse garantire il miglior rapporto tra volume di informazioni e usabilità. Ancora una volta il contributo degli utenti sarà fondamentale. Gran parte delle informazioni reperibili mediante il richiamo dei metadati possono essere trasmesse attraverso schede biografiche e bibliografiche che, in più, sono scritte in codice leggibile dall'essere umano. Se è importante sapere quante volte figura la parola "quadrato" nell'*Algebra* di Bombelli, siamo sicuri che qualcuno le avrà già contate e confidiamo nel fatto che qualche utente ce lo comunicherà.

4. PROSPETTIVE FUTURE

Lo scopo immediato del progetto è rendere fruibili opere di Matematica e sulla *Matematica italiana* al pubblico più vasto possibile, con un bacino che includa storici di professione e studenti delle scuole superiori, passando per i semplici curiosi. Non è l'edizione in pelle e oro che abbiamo in mente. È l'uso diretto della tecnologia internet per la diffusione di quei testi e di quelle idee che hanno contribuito alle alterne fortune della Matematica nella cultura del nostro Paese.

Sul lungo termine speriamo di aver gettato un seme per la consapevolezza del fatto che la Matematica (e non soltanto i matematici nella loro attività

politica) sono parte della cultura. In alcuni Paesi, questo è più facile che in altri. Forse si dovrebbe discutere in modo approfondito di questo tema complicato. La nostra speranza è che il progetto contribuisca anche a stimolare questa discussione.

Vorremmo concludere con un'osservazione sull'aggettivo *italiana*. Ovviamente esso denota una delimitazione e non ha alcuna valenza nazionalistica: non si vuole rivalutare giusti o presunti meriti (sempre che esistano) o denunciare la situazione di subalternità

nei rispetti della Matematica di altri Paesi. Né tanto meno vogliamo valutare la cultura matematica di altri Paesi in relazione a ciò che accadeva nel nostro. Il nostro obiettivo è piuttosto mettere nel giusto contesto anche debolezze e periodi bui senza enfatizzare più del dovuto i meriti di periodi meno bui. Il punto è ricostruire l'identità di una cultura scientifica, in particolare matematica nei suoi aspetti positivi ma anche negativi, come aspetto rilevante della cultura nazionale che non può essere solo umanista.

Come abbiamo messo in evidenza, non tutto è stato fatto e quello che è stato fatto è spesso molto parziale e necessita di interventi anche sostanziali. Ma è il risultato dell'impegno di alcuni membri del Comitato scientifico con un disponibilità finanziaria complessiva di meno di 60.000 euro. Ci piaceva quindi rivendicare un piccolo merito. Ma più che questo, quello che ci interessa è il progetto e vorremmo che fosse chiaro che non solo è aperto a tutti ma ha bisogno del contributo della comunità degli storici della Matematica e dei matematici tutti. ■

NOTE

- [1] Si veda, ad esempio, Kaye D. H., "Revisiting Dreyfus: A More Complete Account of a Trial by Mathematics", *Minnesota Law Review*, 2007.
- [2] Due sono gli interventi di Poincaré rilevanti per la questione: la lettera presentata alla Corte marziale di Rennes del 1899 e il *rapport* che Poincaré scrive per il processo di casazione del 1904 assieme ai matematici Appell e Darboux. La conclusione di Poincaré è che tutti questi sistemi sono privi di ogni valore scientifico perché l'applicazione della teoria delle probabilità a questo tipo di problemi non è giustificata; perché la ricostruzione del *memorandum* è falsa; perché le regole della teoria delle probabilità non sono state applicate correttamente. In sintesi, gli autori hanno argomentato in modo sbagliato su documenti falsi. Cfr. Mawhin J., "Henri Poincaré. A life at the service of science", *Proceedings of the Symposium Henri Poincaré*, International Solvay Institutes For Physics And Chemistry, Brussels, 2004.
- [3] McGrayne S. B., *The theory that would not die*, Yale University Press, 2011.
- [4] Per completezza, includiamo il passo rilevante della Memoria di Poicaré: "Sur 13 mots redoublés correspondant à 26 coïncidences possibles, l'auteur constate 4 coïncidences réalisées. Évaluant à 0,2 la probabilité d'une coïncidence isolée, il conclut que celle de la réunion de 4 coïncidences est de 0,0016. C'est faux. 0,0016, c'est la probabilité pour qu'il y ait 4 coïncidences sur 4. Celle pour qu'il y en ait 4 sur 26 est 400 fois plus grande, soit 0,7. Cette erreur colossale rend suspect tout ce qui suit. Ne pouvant d'ailleurs examiner tous les détails, je me bornerai à envisager l'ensemble du système. Outre les quatre coïncidences précitées, on en signale un

grand nombre de nature différente, mettons dix mille; mais il faudrait comparer ce nombre à celui des coïncidences possibles, c'est-à-dire de celles que l'auteur aurait compté à son actifs' il les avait constatées. S'il y a 1000 lettres dans le bordereau, cela fait 999000 nombres, en comptant les différences des abscisses et celles des ordonnées. La probabilité pour que sur 999000 nombres il y en ait 10000 qui aient pu paraître «remarquables» à un chercheur aussi attentif que M. Bertillon, c'est presque la certitude".

- [5] Il problema è posto da Bertrand in questo modo: "On trace au hasard une corde dans un cercle. Quelle est la probabilité pour qu'elle soit plus petite que le côté du triangle équilatéral inscrit?". Ci sono almeno tre modi in cui possiamo prendere una corda a caso in un cerchio: (1) prendendo in considerazione un punto in cui la corda interseca il cerchio; (2) misurando la distanza della perpendicolare alla corda dal centro del cerchio (dopo opportuna rotazione); (3) prendendo un punto nel cerchio e costruendo una corda che abbia quello come punto medio. I tre metodi di "prendere una corda a caso", danno luogo a tre risposte diverse (rispettivamente $1/2$, $1/3$ e 1). Il commento di Bertrand è il seguente: "Entre ces trois réponses, quelle est la véritable? Aucune des trois n'est fautive, aucune n'est exacte, la question est mal posée". Cfr. Bertrand J., *Calcul des probabilités*, Gauthier-Villars, Paris, 1889, <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k99602b/>. Per una bibliografia annotata del problema si veda Jaynes E.T., "The well-posed problem", *Foundations of Physics*, 1973.
- [6] L'ultimo di una lunga serie di casi è descritto in un articolo dal titolo "A formula for justice" apparso il 2 ottobre 2011 sul quotidiano inglese *The Guardian*: <http://www.guardian.co.uk/law/2011/oct/02/formula-justice-bayes-theorem-miscarriage>.