

La matematica di Emile Borel nella transizione tra 800 e 900

Laurent MAZLIAK¹

Convegno PRISTEM, Urbino, 9 Aprile 2011.

Lo scopo della conferenza che presento oggi può essere rapidamente descritto nel modo seguente : ritrovare in un matematico di grande levatura quale fu Emile Borel da un lato l'eredità della grande analisi matematica sviluppata in Francia all'inizio del '800 e di alcuni sviluppi della teoria delle funzioni inaugurati nelle sue conferenze tedesche, e dall'altro lato l'impegno sociale tipico di una corrente di intellettuali francesi della fine del '800 che assume una grande importanza politica nella prima metà del '900.

Per comprendere come il personaggio di Borel si formò, è necessario tornare indietro nel tempo e spiegare in qualche parola la situazione accademica nella quale visse Borel durante i suoi studi. In grande misura questa situazione era conseguenza diretta delle istituzioni create dalla Rivoluzione e dall'Impero. La creazione delle Grandi Scuole era indirizzata alla formazione di una nuova tecnocrazia incaricata di riorganizzare il paese a partire da una gestione centralizzata a Parigi. Si trattava in primo luogo della ristrutturazione del territorio (strade, ponti, porti, miniere). Ciò determinò per molti anni la formazione delle élites scientifiche. Il sistema francese attuale è ancora fortemente influenzato da quanto fu costituito allora. Il fiore all'occhiello era l'Ecole Polytechnique. Meno prestigiosa ma importante per consolidare l'intero edificio, la Scuola Normale Superiore aveva lo scopo di formare gli insegnanti incaricati a orientare le giovani promesse verso la preparazione delle Grandi Scuole ; essa servì dunque da modello per la creazione della Scuola Normale Superiore di Pisa nel 1810. In tutte queste scuole (o almeno nel modo di accedervi) i matematici facevano la parte del leone. Le ragioni sono molteplici e si fondano naturalmente sull'importanza assunta dalla disciplina durante il '700 per affrontare i fondamentali problemi della fisica ai quali ci si interessava allora (corde vibranti, idraulica). Nello spirito dei Lumi, che in buona parte determinò la costruzione dell'insegnamento in Francia, la scienza era matematizzata. A ciò deve aggiungersi il genuino apprezzamento di Bonaparte per la matematica che egli aveva un po' praticato, e il grande numero di matematici che ruotavano intorno al potere, un fatto che può difficilmente trovarsi in qualsiasi altro periodo storico. Nella spedizione in Egitto del 1798, Bonaparte aveva portato con sé molti scienziati (tra cui Fourier e Monge) ; se, sul piano militare, la spedizione si risolse in un disastro, essa rafforzò in modo duraturo i legami tra Bonaparte e il mondo accademico. Dopo il colpo di stato del 1799, numerosi matematici ricoprirono funzioni politiche e soprattutto responsabilità accademiche (Laplace è nominato ministro dell'interno, Fourier è nominato prefetto, molti matematici sono nominati senatori).

Un nome si distacca, emblematico, dai matematici creati dalla nuova organizzazione degli studi : quello di Cauchy, certamente il più influente matematico francese nella metà del '800. E' ironico vedere come quest'uomo, che professò per tutta la vita opinioni politiche profondamente monarchiche e antirivoluzionarie al punto di autoesiliarsi quando il re Carlo X fu rovesciato dalla rivoluzione del 1830, appaia come un puro prodotto delle istituzioni della Rivoluzione e dell'Impero (e come per provocazione, egli nacque nel 1789 !) Nominato professore all'Ecole Polytechnique, Cauchy dovette far fronte a un insegnamento di massa che necessitava di definizioni e enunciati semplificati. Egli redasse un Corso di Analisi che divenne il modello dei corsi moderni

1. Laboratoire de Probabilités et Modèles aléatoires, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France.
laurent.mazliak@upmc.fr

di matematica e sull'eredità dei quali noi viviamo ancora oggi. Cauchy sentì il bisogno di presentare chiaramente e indiscutibilmente le nozioni fondamentali dell'analisi come la convergenza delle successioni e delle serie, gli integrali semplici e multipli, ecc. Se il suo carattere impossibile gli mise contro una buona parte dei suoi contemporanei, le generazioni più giovani erano certe dell'importanza dei suoi risultati e si può dire senza esagerare che per tutto il '800 si è imparato a fare dell'analisi nei corsi di Cauchy. Questa frase viene da una lettera di Abel a un amico, sebbene lo stesso Abel soffrì dell'ostracismo francese contro di lui : "Cauchy è pazzo ma non vi è altri che lui, oggi, che sappia come fare della matematica."

Cauchy va dunque a costituire una sorte di modello insuperabile che va però a sclerotizzare l'analisi in Francia. Si assiste in effetti a un passaggio di testimone tra Francia e Germania, di cui Dirichlet fu un artefice essenziale. Dirichlet, che ha fatto un lungo soggiorno a Parigi negli anni Venti e ha studiato con Fourier, Cauchy, Laplace, ecc., esporta in Germania la maniera di fare l'analisi alla francese. Molto influenzato da Fourier, egli si lancia nello studio delle serie trigonometriche. A partire dal 1829, Dirichlet è a Berlino e lì crea un centro molto vivace dove si vedono passare i principali matematici della metà del '800. Per non citare che un solo nome, uno dei matematici dalle intuizioni più folgoranti che sia mai esistito esce proprio da questa scuola : si tratta di Riemann. Egli riprese per esempio la concezione di integrale proposta da Cauchy ma la superò di molto cercando di precisare la natura generale delle funzioni suscettibili di integrazione, inaugurando degli studi sulla struttura degli insiemi di singolarità sviluppati poi da Heine, du Bois Reymond e Cantor. In un certo senso, anche se per Riemann i ragionamenti intuitivi erano fondamentali, il formalismo assiomatico di Hilbert è anch'esso una delle conseguenze del pensiero riemanniano.

E' inoltre legittimo ricordare la grande importanza di Riemann a proposito dell'ingresso dei matematici italiani nella scena internazionale. Un famoso viaggio di Brioschi, Casorati e Betti presso di lui, nel 1858, seguito subito dopo dalla sua partenza in Italia per ragioni di salute (morì in Italia nel 1866), dette l'occasione agli italiani di familiarizzarsi con la matematica tedesca e di redigere alcuni dei lavori più importanti che segnarono le tappe essenziali della geometria differenziale e della teoria delle funzioni di variabile reale (citiamo i lavori di Dini).

La Francia era rimasta al di fuori del movimento di idee che trasformava profondamente la natura della matematica alla metà del secolo e questo fu un episodio inatteso che fece bruscamente prendere coscienza di quanto le cose fossero cambiate. La guerra del 1870 contro la Prussia si risolse in una rovinosa sconfitta e dette luogo a un profondo trauma. I ritardi della scienza francese furono sottolineati con forza, in particolare da scienziati come Pasteur che si rivolgevano specialmente all'Ecole Polytechnique e alla maniera catastrofica con la quale le forze più creative della ricerca scientifica preferivano piuttosto dedicarsi all'ingegneria e alla produzione. In contrasto a ciò, si assiste al rafforzamento della Scuola Normale che divenne da allora il luogo emblematico della creazione scientifica "pura" in Francia.

Presso i matematici il movimento di presa di coscienza fu portato avanti con foga da Darboux. In una corrispondenza con Jules Houel con il quale aveva fondato nel 1869 il Bulletin des Sciences Mathématiques et Astronomiques, Darboux scrive :

Noi abbiamo bisogno di rifare il nostro insegnamento superiore. I tedeschi ci schiacciano per numero. Io credo che se questo continua gli Italiani ci supereranno tra poco. Noi ci siamo incaricati con il nostro Bulletin di risvegliare questo fuoco sacro e di far comprendere ai francesi che vi è un genere di cose nel mondo

che non sappiano per niente e che se noi siamo sempre la Grrrrande [sic] nazione, ciò non si percepisce all'estero.

In maniera abbastanza logica, il primo dovere al quale si attiene Darboux è di far conoscere in Francia l'opera di certi matematici tedeschi, e in primo luogo di Riemann di cui pubblica diverse traduzioni nel Bulletin negli anni Settanta; per esempio nel 1873 propone una traduzione della tesi di abilitazione di Riemann sulle serie trigonometriche. Un po' più tardi, Gaston Milhaud traduce lo stesso du Bois Reymond.

Borel nasce nel 1871. Incoraggiato giustamente da Darboux, il cui figlio è uno dei suoi compagni di studio, entra alla Scuola Normale nel 1899. E' un lettore appassionato di du Bois Reymond e di Cantor. Gli anni Novanta sono un momento di esplosione creativa per Borel che pubblica a un ritmo sostenuto numerosi articoli importanti, in cui getta le basi di una profonda trasformazione della teoria delle funzioni. Nel 1894, sostiene una tesi sul prolungamento analitico dove introduce per la prima volta l'idea di misura degli insiemi. Questa costruzione sarà ripresa qualche anno più tardi da Lebesgue per fare da fondamento al suo nuovo metodo di integrazione.

Borel poggia i suoi ragionamenti su una proprietà additiva numerabile di lunghezza di un insieme che egli introduce come un assioma ma che si deduce direttamente da una estensione all'infinito del caso finito, dando allo stesso tempo una visione della matematica che verrà definita più tardi, un po' ironicamente, semi-intuizionista, né radicalmente assiomatica, né completamente costruttivista. Poiché se Borel è stato all'inizio un entusiasta discepolo di Cantor, si è progressivamente allontanato dalla via puramente logica che arriva all'assiomatica di Hilbert per cui la coerenza logica è una asserzione sufficiente di esistenza. La sua preoccupazione crescente del valore pratico delle conoscenze matematiche lo spinge a pensare che la matematica che serve nella pratica sia tale da manipolare gli oggetti che si possono effettivamente costruire. Borel, a partire da questo momento, diventa un fautore del valore della conoscenza approssimata. Ed è questo il caso nei primi anni del '900, quando si inaspriscono i dibattiti sui fondamenti (come le discussioni intorno all'assioma della scelta di Zermelo). Borel porge in particolare grande attenzione alla struttura dei numeri reali e alla loro approssimazione sia decimale, sia tramite le frazioni continue. E' interessante, per meglio comprendere come le concezioni di Borel sulla misura degli insiemi abbiano influenzato il suo approccio alla struttura dei numeri reali, guardare un po' più da vicino un articolo che pubblica nel 1930, consacrato a quella che lui chiama "l'analisi aritmetica del continuo". Borel spiega che ci sono due punti di vista, profondamente diversi, per "riempire" il continuo e li illustra con un esempio semplice.

Supponiamo, dice Borel, che si abbiano $n + 1$ punti nell'intervallo $[0, n]$ che non siano esattamente i punti $0, 1, 2, \dots, n$. Ve ne sono allora necessariamente due che hanno distanza strettamente inferiore a 1. In effetti, dividendo $[0, n]$ in n intervalli $[0, 1], [1, 2], \dots, [n - 1, n]$, il principio dei cassetti di Dirichlet ci permette di affermare che uno degli intervalli contiene almeno due punti. Ma vi è un altro modo di procedere. Chiamiamo $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$ gli $n + 1$ punti. Consideriamo gli $n + 1$ intervalli $K_i =]x_i - 1/2, x_i + 1/2[$. La lunghezza totale di questi intervalli è $n + 1$, e inoltre la loro unione è ovviamente contenuta in $A =]-1/2, n + 1/2[$ che ha lunghezza $n + 1$. Si ha dunque necessariamente che due degli intervalli considerati hanno intersezione non nulla, altrimenti la lunghezza totale dei K_i dovrebbe essere strettamente inferiore a quella di A poiché ci sarebbero dei punti di A al di fuori dell'unione dei K_i . Diciamo che K_i e K_j hanno intersezione non nulla; allora x_i e x_j hanno distanza inferiore a 1. La differenza tra le due dimostrazioni è evidente: nella prima si opera una suddivisione indipendente dei punti x_i considerati, mentre gli intervalli della seconda dimostrazione sono delle funzioni di questi punti.

La distinzione tra i due punti di vista diviene netta quando il numero di punti è infinito, come per esempio se si considera la successione $(x_n)_{n \geq 1}$ dei numeri razionali nell'intervallo $[0,1]$. Se si suddivide l'intervallo in una partizione fissa, per quanto piccoli siano gli elementi della partizione l'unione degli intervalli contenenti dei razionali sarà sempre di lunghezza 1. Invece, se nell'intorno di ogni x_i si considera un intervallo $]x_i - \frac{\varepsilon}{2^i}, x_i + \frac{\varepsilon}{2^i}[$, la lunghezza totale degli intervalli contenenti dei razionali sarà inferiore a ε e potrà dunque essere resa piccola quanto si vuole. Questa dimostrazione, tipica dei ragionamenti di teoria della misura, è vista da Borel come un riempimento "dall'interno" dell'intervallo $[0,1]$, nel senso che dimostra che gli irrazionali non sono sufficienti a riempirlo in tutta la sua lunghezza.

Il 1905 è un anno decisivo in cui convergono diverse correnti che inaugurano una nuova fase della carriera di Borel. Vi è intanto una sorpresa matematica, a prima vista piuttosto superficiale. In un articolo del matematico svedese Anders Wilman concernente dei problemi sulle frazioni continue, Borel scopre che la misura degli insiemi e l'integrale di Lebesgue sono adatti a rispondere a delle questioni poste in termini di probabilità. Vi è in effetti una maniera intuitiva di comprendere che l'insieme dei razionali è di misura nulla in $[0,1]$: si tratta di immaginare l'esperienza di scegliere a caso un reale tra 0 e 1 e di affermare che la probabilità perché esso sia un numero razionale è uguale a 0, cioè che questo evento è praticamente impossibile.

In questo stesso anno assistiamo a un impegno sociale di Borel di grande vigore che si traduce in un atto importante : la creazione, in comune con sua moglie, di una rivista mensile, la *Revue du Mois*. Borel fa parte di una casta di intellettuali della sinistra radicale che si sono formati politicamente durante l'affare Dreyfus. Le prese di posizione ostili al clericalismo e al nazionalismo li hanno convinti della necessità di implicarsi come cittadini per promuovere il razionalismo e le scienze che ne sono l'espressione naturale. Così, la *Revue du Mois* resta, per una decina d'anni, un luogo di divulgazione dei dibattiti intellettuali più importanti, dove prendono la parola i più famosi intellettuali francesi e qualche volta stranieri. Nel preambolo del suo giornale Borel descrive così lo scopo che si propone :

Il numero e l'importanza delle questioni che possono essere trattate con il metodo scientifico si accrescono di giorno in giorno. Ci è sembrato che si potesse concepire una pubblicazione che avesse tale metodo come principio, pubblicazione che non avesse nulla di particolarmente tecnico e che avesse come scopo essenziale quello di contribuire allo sviluppo delle idee generali attraverso l'esposizione e lo studio critico del progresso realizzato con la conoscenza dei fatti e dei movimenti di idee che ne sono la conseguenza.

Il primo numero della *Revue du Mois* esce nel gennaio 1906 ed è inaugurato da un articolo del matematico italiano Vito Volterra si tratta infatti della traduzione della *Prolusione* da lui pronunciata al momento della sua nomina a professore all'Università di Roma nel 1901. In questo discorso, Volterra desiderava mettere in rilievo i nuovi domini dove le tecniche matematiche giocano un ruolo rilevante. La teoria delle probabilità non occupa un posto molto importante nel suo discorso, ma i passaggi che la riguardano sono significativi, evocando Quetelet e la sociologia o Galton e la biometria. Volterra presenta le probabilità come uno dei domini più promettenti della matematica :

E questo il ramo delle matematiche più singolare e curioso. Se analizziamo un giudizio qualsiasi della nostra mente noi possiamo esser certi di trovarci sempre, più o meno nascosto, un computo di probabilità. Si potrebbe dire in certo modo

che l'uomo più semplice, il quale attende al mattino il levar del sole, deve la sua fiducia di veder sorgere il giorno, ad un'applicazione incosciente del teorema dei grandi numeri di Bernoulli.

Borel sembra aver scoperto queste nuove applicazioni leggendo Volterra. Il calcolo delle probabilità come strumento della misura quantitativa al servizio della società diviene un punto centrale della concezione borelliana della matematica. Nella *Revue du Mois*, il tema della misura di probabilità, del rischio e della predizione appare spesso negli scritti di Borel. E' il valore pratico della probabilità (titolo del primo articolo di Borel pubblicato nel suo giornale nel 1906) che Borel desidera sottolineare e in particolare perché la quantificazione della probabilità è una delle tecniche tra le più adatte a far prendere coscienza al cittadino che egli fa parte della società. Borel cerca di comprendere perché queste tecniche urtano la sensibilità di molti dei suoi contemporanei e di fare comprendere che questa antipatia riposa in gran parte su un malinteso. "Sarebbe desiderabile", scrive Borel, "che questo malinteso sia dissipato, poiché la divulgazione delle conclusioni, se non dei metodi, di questa disciplina della scienza è di una grande utilità sociale". Secondo Borel, ciò che ci pone dei problemi nel trattamento statistico dei dati umani è che non si tiene essenzialmente conto delle particolarità individuali e che non si considerano che le masse. Ora, "ciascuno di noi tiene particolarmente a tutto ciò che costituisce la propria individualità ed è partecipe di questa sensibilità individualista che è stata più volte considerata all'appannaggio di qualche spirito elitista." L'uomo non ama "essere contato soltanto come un'unità nel gruppo senza essere individualmente considerato. Questa costituisce già una ragione per la quale la statistica non è popolare." Il calcolo delle probabilità assume valore scientifico proprio facendo delle previsioni che urtano il sentimento psicologico primario della libertà umana. Ma, se il calcolo non può salvarci dal rischio e dalla sfortuna, se non si possono trovare nelle statistiche o nel calcolo degli "argomenti per consolare quelli che soffrono le disuguaglianze sociali", il valore delle statistiche e del calcolo è inestimabile per interpretare queste ingiustizie e, da questo fatto, per guidare l'azione atta a cercare di correggerle. "Non si deve", scrive Borel, "cercarvi argomenti morali, né ragioni immediate di agire : ma soltanto, come nelle scienze fisiche, un mezzo per conoscere bene gli eventi passati e per prevedere con una certa approssimazione gli eventi futuri." Il confronto con la fisica sembra particolarmente significativo. E si tratta per Borel di far accettare la validità dei metodi probabilisti nelle scienze umane nello stesso modo in cui aveva cercato di far accettare le grandi linee della teoria cinetica dei gas nel suo articolo del 1906. E non esita a fare dell'ironia su quelli che pretendono di fare a meno dei loro servizi :

L'ignoranza può essere comoda per coloro che fanno la politica dello struzzo ; essa non è mai desiderabile per coloro che preferiscono vedere chiaro e che non si lasciano influenzare dalla conoscenza più esatta che acquisiscono a proposito di un possibile pericolo, quando la sua probabilità è molto inferiore a quella dei pericoli incogniti ai quali gli uomini più timorosi si espongono tutti i giorni. Non si ha nulla da temere dal calcolo quando si è deciso di non regolare la propria condotta sulle sue indicazioni senza averle prima pesate nel modo giusto : è un'illusione singolare di pensare che l'indipendenza individuale sia accresciuta dall'ignoranza.

Così conclude Borel, il calcolo delle probabilità e le sue applicazioni alla matematica sociale si oppongono agli aspetti più antisociali di un individualismo mal pensato che altro non è che un "egoismo non intelligente".

Per difendere la sua visione delle cose, Borel polemizza in varie occasioni. Precisamente, con Bergson in una controversia sulla questione dell'educazione del cittadino. Nella sua filosofia dell'azione, Bergson aveva adottato una posizione critica verso gli intellettuali e difendeva l'idea che un intellettuale si privasse di una intelligenza naturale, la sola che potesse fornirgli degli strumenti per adattarsi a l'ambiente. Per Bergson, l'educazione di questa intelligenza naturale non può farsi che attraverso le umanità classiche (greco, latino, geometria,...) il cui scopo deve essere di selezionare una élite di uomini d'azione. Come scriveva un commentatore contemporaneo di Bergson, bisogna smettere di regolare l'azione sulla conoscenza se non si vuole condannarsi a non fare mai nulla. Evidentemente, si comprende allora che la quantificazione della probabilità, il cui scopo è quello di fare emergere dei fenomeni medi, si adatta molto male a una tale concezione élitista della vita. Per Borel, è proprio raccogliendo dei dati e trattandoli in modo statistico che il buon marinaio può prepararsi alla tempesta. Il valore pratico del calcolo delle probabilità permette di non mettere la testa sotto la sabbia ed è per questo l'alleato più fidato di una visione intelligente e coraggiosa di fronte al rischio. Bergson dice che l'istinto deve servire da guida ma per Borel, l'istinto si sbaglia e seguire una tal guida condurrebbe a un atteggiamento molto meno adatto alla vita che la valutazione del rischio. Ne vede una prova nel fatto che si è dovuto abbandonare una spiegazione interamente meccanicista dell'universo : la scoperta della radioattività per esempio ha dimostrato che devono essere invocate ragioni di tipo statistico. Per Borel, il calcolo delle probabilità è essenzialmente una scienza sociale che permette una simulazione degli effetti di una decisione. Ciò è profondamente legato al fatto che le probabilità considerano degli insiemi e delle popolazioni e non degli individui come materia di base. Da questo fatto, per Borel, la teoria delle probabilità domina tutte le scienze sperimentali come la logica deduttiva domina la scienza matematica. Per lui, solo la probabilità permette di dare un senso a una collezione di dati : il valore di ogni scienza sperimentale è fondato su un ragionamento probabilistico.

Per Borel, come per tutti quelli della sua generazione, lo scoppio della prima guerra mondiale va a costituire un momento di rottura. Anche sul piano personale poiché, come numerosi matematici francesi di questo periodo studiati nel libro in collaborazione con R. Tazzioli, dovette affrontare la morte dei suoi cari poiché suo figlio adottivo, Fernand, fu ucciso nel 1915 in Champagne. Una delle conseguenze dell'ecatombe che fece la Grande Guerra tra i giovani francesi e in particolare tra gli studenti, fu la grande difficoltà durante il periodo tra le due guerre mondiali di rinnovare la comunità accademica.

Nel 1915, a dispetto dei suoi 44 anni, Borel si arruolò e si occupò ben presto della questione del rilevamento dei cannoni al fronte attraverso l'analisi del loro suono. Divenne in effetti chiaro a partire dalla fine del 1914 e dalla stabilizzazione del fronte che le grandi manovre militari non erano più di attualità e venivano sostituite da offensive multiple preparate dagli intensi bombardamenti di artiglieria. La localizzazione delle batterie nemiche divenne allora un fatto fondamentale in questa guerra e si cercarono i mezzi tecnici diversi per realizzarla. Molti inventori proposero di utilizzare a questo scopo delle registrazioni in diversi punti del suono dei tiri di cannone per effettuare una sorta di "triangolazione" sonora. Uno degli apparecchi più celebri fu proposto dai fisici Emile Cotton e Pierre Weiss, e Borel si propose per fare dei test sul terreno. Ma, per Borel, al di là di questa attività propriamente militare, la guerra giocò un ruolo decisivo nella sua volontà di impegno politico e di catalizzatore per il suo interesse della matematica delle probabilità. Nel novembre 1915, Painlevé, allora ministro della Pubblica Istruzione, creò la Direzione delle Invenzioni per la Difesa nazionale e ne affidò la responsabilità a Borel.

E' proprio in questo preciso momento che Borel è chiamato a far parte del consiglio della Società di Statistica di Parigi di cui era membro a partire dal 1907. Sarebbe interessante sapere quali argomenti sono stati evocati per permettere a Borel di ottenere questo posto ma è fuori di dubbio che questa proposta avesse un legame diretto con la Direzione delle Invenzioni. Ciò sottolinea una volta di più quanto l'assenza di archivi della Società Statistica di Parigi non permetta di ben comprendere questo tipo di questioni.

Due anni dopo, quando Painlevé diviene Presidente del Consiglio nel 1917, è a Borel che egli affida il segretariato della presidenza. A seguito di quanto afferma lo stesso Borel, e malgrado la brevità dell'esperienza poiché il ministero Painlevé durò solo alcuni mesi, è in queste funzioni che Borel prese coscienza dell'importanza capitale di organizzare la raccolta di dati statistici sul terreno e il loro trattamento. Nel 1920, Borel pubblicò in effetti il suo primo intervento nel Giornale della Società Statistica di Parigi sotto la forma di un lungo articolo consacrato alla sua esperienza e a delle proposte di riorganizzazione per l'avvenire.

Il numero e l'importanza materiale dei documenti statistici aumenta di giorno in giorno in tutti i paesi; ci si rende meglio conto, in effetti, dell'importanza di possedere delle statistiche sufficientemente dettagliate perché esse siano utilizzabili per diversi fini. I fenomeni sociali sono troppo complessi perché sia possibile racchiuderli in formule troppo semplificate. La statistica è un ausilio indispensabile per quelli che assumono la pesante carica di governare un paese. Tra qualche settimana la Francia conoscerà, dopo i Governi che hanno vinto la guerra, i Governi che organizzeranno la pace. Noi possiamo affermare che, qualunque sia il Governo, l'impiego giudizioso della statistica sarà necessario.

Questa esperienza sembra aver dato a Borel la voglia di tentare una entrata in politica. Accetta dunque di essere candidato, di tendenze radical-socialiste, per diversi mandati nel dipartimento natale dell'Aveyron, a sud del Massiccio Centrale. Diviene subito Sindaco della sua città natale, St Affrique, poi deputato nel 1924. Quando nel 1925 Painlevé diventa presidente del consiglio, accetta anche se per qualche mese di essere il suo ministro della marina. In parallelo con questo ingresso nella politica nazionale, Borel si mostra anche un partigiano convinto delle nuove istituzioni internazionali create all'indomani della guerra, come la Società delle Nazioni ai lavori della quale egli partecipa regolarmente nel periodo compreso tra le due guerre mondiali. Fa parte di una classe di intellettuali che cerca di promuovere, in modo piuttosto visionario, una visione europea a lungo termine come antidoto ai diversi veleni distillati dalle soluzioni offerte dai trattati di pace.

Ma è soprattutto grazie alla sua presenza nelle sale del potere che ha l'opportunità di creare nuove istituzioni scientifiche dove possano svilupparsi studi matematici in sintonia con la filosofia che abbiamo delineato in precedenza. Nel 1922, Borel presiede alla creazione dell'Istituto di Statistica dell'Università di Parigi. E soprattutto nel 1928 grazie a ingenti fondi provenienti dalla fondazione Rockefeller, si apre a Parigi l'Institut Henri Poincaré. Diventerà uno dei principali centri di ricerca e dell'insegnamento nel mondo consacrato alla fisica matematica e alla probabilità.

En passant, si deve fare osservare che Borel ha utilizzato come poteva l'Institut Henri Poincaré per aiutare i suoi colleghi stranieri in preda alle convulsioni politiche dell'Europa degli anni Trenta. E' il caso per esempio di Vito Volterra in aperto conflitto con il regime fascista. Dopo l'arrivo al potere di Hitler nel 1933, si assiste al moltiplicarsi del numero di rifugiati tedeschi invitati a fare delle conferenze all'IHP. Coloro che Borel non è mai riuscito a invitare nonostante

i suoi incessanti tentativi di cui vi è traccia negli archivi sono gli scienziati sovietici che si devono confrontare con un regime che li rinchiuso sempre più ermeticamente nei propri confini nazionali nel periodo di consolidamento del potere stalinista. Quando Mosca diventa negli anni Trenta il più brillante centro mondiale per il calcolo delle probabilità, è piuttosto impressionante non vedere un solo sovietico tra i conferenzieri che hanno effettivamente parlato all'IHP. Il solo presente, il matematico Vladimir Alexandrovitch Kostitsyn, deve la sua presenza al fatto che nel 1928 era riuscito a emigrare a Parigi sotto il pretesto di visite mediche e non era più rientrato in URSS.

In conclusione, si può dire che Borel, per l'alleanza che desidera realizzare tra l'educazione del cittadino attraverso la pratica scientifica e il sostegno incessante al progresso della scienza del suo tempo, appare come un modello dello scienziato impegnato in sintonia con il razionalismo trionfante dell'inizio del '900. E' certo che si può interpretare, almeno parzialmente, questo impegno come una sconfitta, visto che non si era potuta evitare al mondo la catastrofe della prima guerra mondiale. Ciò mise in dubbio la fondatezza della visione del mondo espressa dai vari scienziati che, come Borel, vi si erano precipitati. La generazione seguente non smise di essere critica verso di loro e certi matematici in Francia si fecero i difensori accaniti di una "purezza della matematica" non compromessa dalle applicazioni. In questi termini bisogna leggere, almeno parzialmente, la potenza assunta dal gruppo Bourbaki intorno agli anni Quaranta. E dunque mi sembra che bisogna riguardare con una certa simpatia a Borel e ai suoi amici e a come essi consacrarono le loro forze, con onestà e coraggio indiscutibili, ai generosi ideali nei quali essi credevano. Un esempio su cui meditare in relazione ai nostri tempi dove spesso viene pericolosamente posto in dubbio il valore di qualsiasi costruzione collettiva.

Grazie della vostra attenzione.