

LUIGI AMERIO

Dipartimento di Matematica
Politecnico di Milano

**INDIRIZZI E SVILUPPI MATEMATICI NEL POLITECNICO:
DAL 1923 AL 1973**

Conferenza tenuta il giorno 18 Dicembre 2000

Il periodo che il Presidente mi ha proposto di ricordare ha inizio col 1923, anno di fondazione dell'Istituto di Matematica del Politecnico, ad opera di Umberto Cisotti, che ne tenne la direzione per tutta la vita.

Allievo, a Padova, del grande matematico Tullio Levi-Civita, Cisotti era giunto alla cattedra di Meccanica Razionale nel 1913, presso l'Università di Pavia; di qui si trasferì al Politecnico, per la stessa cattedra, nel 1921.

Appare già da queste date che il cinquantennio del titolo va interpretato, per completezza di esposizione, con una certa larghezza, per la prima fase almeno.

Ricordo inoltre, per quanto riguarda il Politecnico, che nel volume del Centenario (1863-1963; editore Tamburini) si trova una estesa e ben documentata relazione di Arnaldo Masotti sulla attività scientifica dell'Istituto: nell'ambito delle cattedre di Meccanica Razionale e Analisi Matematica, in sostanza, con l'aggiunta della Storia della Matematica.

Con questo riferimento, assai utile per chi desidera altre informazioni, il mio compito resta facilitato notevolmente.

Si deve poi notare che i due Istituti, dell'Università e del Politecnico, si sono aiutati a vicenda, tramite reciproci incarichi di insegnamento. Si era formata, per così dire, una entità matematica unica, legata, sin dall'inizio, dal comune *Seminario Matematico e Fisico di Milano* (1927). Risultano perciò complementari, in qualche misura, le relazioni presentate dalla professoressa Tibiletti e da me.

Mi limiterò dunque, per il Politecnico, alle discipline suddette (o affini), rinviando, per la Geometria e l'Algebra, alla relazione della prof. Tibiletti.

Avviamo il discorso dalla fase iniziale, con la venuta di Cisotti al Politecnico. Con lui comincia una forte ripresa degli studi matematici, dopo il lungo periodo di relativa stasi posteriore alla morte di Francesco Brioschi (1897), nonostante la presenza per qualche anno di uno scienziato di alto prestigio, quale Max Abraham.

Gli studi si riallacciano, naturalmente, a quelli già coltivati, con molto successo, da Cisotti: l'idromeccanica in primo luogo, e in particolare quella piana, dove la teoria delle funzioni analitiche (con lo strumento della rappresentazione conforme) gioca un ruolo essenziale.

Sul tema fanno testo, ancora oggi, i due volumi di "Idromeccanica piana" pubblicati negli anni '21-'22. Vengono prese in esame situazioni assai varie: campi di moto limitati da peli liberi, o da pareti rigide, o da entrambi i vincoli, vene confluenti, ecc. Ricordo ancora (da studente) le bellissime lezioni sul problema della scia, dai primi risultati di Helmholtz e Kirchhoff alla soluzione generale proposta da Levi-Civita nella celebre memoria del 1906.

A parte i molti altri temi in ambito classico (meccanica analitica, meccanica celeste, elettromagnetismo, ...), importa menzionare che con Cisotti inizia, a Milano, la utilizzazione sistematica del Calcolo tensoriale come strumento essenziale nell'indagine fisico-matematica. Risalgono addirittura al '18 due suoi lavori sulla derivazione intrinseca nel Calcolo differenziale assoluto e sulla forma intrinseca delle equazioni gravitazionali in teoria della relatività. Cisotti, insie-

me a Levi-Civita e a Marcolongo, fu tra i primi, in Italia, a portare questa teoria nell'insegnamento universitario.

Ed a questa teoria appartiene il tema, "sulle equazioni einsteiniane", che Cisotti propose come tesi di laurea a Bruno Finzi, nel 1921.

L'incontro di Cisotti con Finzi ha avuto influenza determinante per gli studi di Fisica-Matematica a Milano: sia al Politecnico che all'Università, ove essi tennero, per incarico, i corsi di Fisica Matematica e di Meccanica Superiore.

Laureato in Ingegneria industriale nel 1920, Finzi prese l'anno successivo la laurea in Matematica presso l'Università di Pavia. Nel '22 divenne assistente di Cisotti al Politecnico, nel '31 ebbe la cattedra di Meccanica Razionale all'Università di Milano, trasferendosi poi al Politecnico quando mancò Cisotti, nel '47. Diresse qui l'Istituto Matematico fino alla elezione a Rettore, nel '67 (affrontando, poco dopo, momenti ovviamente difficili). Diresse anche, a partire dal '49, l'Istituto di Aeronautica (di nuova istituzione) fino al collocamento fuori ruolo, nel '69. A partire dal '67, fino al mio collocamento fuori ruolo, la direzione dell'Istituto è stata affidata a me.

Bruno Finzi è stato un fisico-matematico nel senso pieno del termine, sia in ambito classico che relativistico. E' stato inoltre un Maestro di straordinarie doti. Oltre a Maria Pastori, con cui scrisse il trattato "Calcolo tensoriale" (e che gli succedette — ben degnamente — nella cattedra all'Università), hanno lavorato nell'indirizzo di Finzi, raggiungendo la cattedra in Meccanica Razionale: Paolo Udeschini a Pavia, Aldo Pratelli al Politecnico di Torino, Emilio Clauser, Bartolomeo Todeschini, Franca Graiff e (nel '75) Elisa Brinis Udeschini al Politecnico di Milano.

Richiamo gli argomenti di alcuni lavori di Finzi, atti anche a delineare l'attività della Scuola.

In ambito classico ricordiamo anzitutto gli studi in idromeccanica: singularità analitiche corrispondenti a punti di irregolarità (cuspidi) del profilo investito (in collaborazione con Cisotti), paradosso di D'Alembert nei liquidi viscosi, interpretazione energetica di una eccezione del teorema di Kutta-Joukowski, Inoltre, in un quadro generale: equazioni intrinseche dei continui perfettamente o imperfettamente flessibili, onde di discontinuità provocate in un continuo

da brusche sollecitazioni al di là della soglia elastica, tensori elastici per deformazioni finite, propagazione ondosa nei continui anisotropi, Da segnalare anche la monografia del '35, "Resistenza idro e aerodinamica", in collaborazione con Gino Bozza.

In relatività: la relatività generale nei fenomeni di irradiazione atomica, meccanica relativistica ereditaria, formulazione integrale delle leggi elettromagnetiche nello spazio tempo, discontinuità sul fronte d'onda delle azioni gravitazionali, introduzione alla aerodinamica relativistica, teorie relativistiche unitarie,

Nel 1955, nel volume (a più autori): "Cinquanta anni di relatività", Finzi espone i fondamenti e le formulazioni matematiche della teoria della relatività (ristretta, generale, unitaria) trattazione che lo stesso Einstein menzionò nella prefazione al volume.

La figura di Arnaldo Masotti si distingue nettamente dalle due precedenti.

Laureato in Ingegneria industriale nel '24 e in Matematica nel '26, con Cisotti, giunge nel '33 alla cattedra di Meccanica Razionale nella Facoltà di Architettura del Politecnico. Oltre a problemi di idromeccanica, nella linea di Cisotti, i suoi lavori (sempre in ambito classico) trattarono — con ampiezza di indagine — questioni varie di teoria del potenziale, di elettrostatica, elettrodinamica, termoelettronica.

Ma è la "Storia della Matematica" il tema in cui Masotti rivela la sua vera natura. Oltre agli studi su Copernico, Bonaventura Cavalieri, Maria Gaetana Agnesi, Paolo Frisi, la monografia "Matematica e matematici nella Storia di Milano" (per la Fondazione Treccani degli Alfieri), insieme ai volumi su Niccolò Tartaglia e Lodovico Ferrari, testimoniano la profondità e la passione di una ricerca durata, per Masotti, tutta la vita.

Anche la moglie, Giuseppina Biggiogero (che tenne la cattedra di Geometria al Politecnico e fu allieva di Oscar Chisini), collaborò intensamente agli studi storici di Masotti: si debbono a Lei, tra l'altro, due belle memorie su Luca Pacioli.

Oltre alla Biggiogero, coprirono (negli anni qui considerati) la cattedra di Geometria nel Politecnico: Ermanno Marchionna, poi passato all'Università; Umberto Gasapina, allievo e collaboratore di Marchionna; Livio Porcu. Di essi riferisce la prof. Tibiletti.

Passiamo da ultimo alla Analisi Matematica.

Debbo premettere un breve cenno autobiografico, poiché il cinquantennio oggi in esame si presenta, per me, da più punti di vista: studente, formazione scientifica, docente.

Il mio incontro con il Politecnico risale al 1930: per mia fortuna, ebbi come professori — nelle lezioni o nelle esercitazioni — Umberto Cisotti, Oscar Chisini, Bruno Finzi, Arnaldo Masotti, Giuseppina Biggiogero.

Data la provenienza dal liceo classico, il “Calcolo infinitesimale” fu, per me, una vera scoperta, entusiasmante e ben presto decisiva per il mio avvenire.

Mi laureai con Ferdinando Lori (professore di Elettrotecnica Generale, nonché membro assai partecipe del nostro Seminario). La tesi riguardava un problema di propagazione dell'elettricità, da trattarsi con il “Calcolo simbolico” di Heaviside. A questo tema si collega anche la tesi sulla “trasformazione di Laplace” che, l'anno successivo, mi fu proposta dal professor Guido Ascoli per la laurea in matematica all'Università, e diede origine ai miei primi lavori.

Divenuto nel '37 assistente in Analisi Matematica, passai nel '38 a Pisa (borsista alla Scuola Normale) e nel '39 a Roma, come assistente di Ugo Amaldi. Nel '47 ottenni la cattedra di Analisi Matematica all'Università di Genova, seguita nel '49 dal trasferimento al Politecnico, per la stessa cattedra allora istituita.

A differenza dell'Università, il Politecnico non ha avuto infatti cattedre di Analisi Matematica durante il cinquantennio successivo alla morte di Brioschi. Questa disciplina ebbe un ordinamento didattico secondo una linea promossa da Cisotti, che tenne costantemente l'incarico di Analisi II, mentre quello di Analisi I spettò, in tempi successivi, a Cisotti, Caldonazzo, Finzi.

Un insegnamento di carattere superiore, “Complementi di Analisi Matematica”, fu tenuto nel '46, per incarico, da Guido Ascoli.

Per quanto precede, la mia formazione matematica, pur iniziata a Milano, si è fatta sostanzialmente a Pisa, nella Scuola di Leonida Tonelli, e soprattutto a Roma, nella Scuola di Mauro Picone. In questa, gli studi sulle equazioni differenziali (a derivate parziali, in particolare) avevano un ruolo preminente e assorbono gran parte della mia attività. Le indagini teoriche erano, in varie occasioni, legate a problemi

che Istituti scientifici o altri Enti ponevano all'Istituto per le Applicazioni del Calcolo, creazione dello stesso Picone presso il CNR. Il mio interesse fu anche attratto — per il campo analitico — dalle vedute di Luigi Fantappié, autore di una “Teoria dei funzionali analitici” di spiccata originalità.

Debbo aggiungere che, già alla fine degli anni quaranta, aveva preso notevole impulso, in Italia e fuori, l'analisi *qualitativa* nello studio delle equazioni differenziali (in particolare quelle della meccanica e della elettronica non lineari). Si tratta di procedimenti di natura topologica, basati sulla ricerca di “soluzioni tipiche” (ad esempio periodiche), che facciano, per così dire, da riferimento asintotico per le altre. I teoremi di punto unito si accompagnano in tal modo alle celebri teorie di Poincaré, Bendixson, Liapunov.

Io stesso avevo ottenuto un primo risultato nel settore, risolvendo un problema sull'avviamento dei motori sincroni, posto dal prof. Bottani in un conferenza al Seminario Matematico e Fisico, nel '35.

Su tali basi è cominciato il lavoro in Analisi.

Sono grato per questo all'Istituto Matematico dell'Università che, assegnandomi l'incarico di “Matematiche Superiori”, e, in epoca posteriore, quello di “Analisi Superiore”, rese possibile l'inserimento al Politecnico di un numero notevole di assistenti e ricercatori.

Sin dall'inizio abbiamo tenuto Seminari interni: a questi partecipano poi, dall'Università di Pavia, Enrico Magenes e collaboratori, tra i quali Claudio Baiocchi e Giuseppe Geymonat futuri cattedratici. E raggiunse presto la cattedra, a Trieste, Giovanni Prodi, assistente di Giovanni Ricci all'Università e incaricato di “Complementi di Analisi Matematica” al Politecnico. A lui si debbono, tra l'altro, risultati importanti sull'esistenza di soluzioni periodiche per equazioni non lineari, di diffusione o di propagazione ondosa.

Sono pure pervenuti alla cattedra, in discipline affini alla Analisi: Angelo Pistoia (Matematica finanziaria, a Catania) e Sergio Albertoni (Analisi numerica, a L'Aquila). Di Albertoni va segnalata la varietà di incarichi coperti, all'Università, nei settori matematico e fisico.

L'istituzione, nel Politecnico, del Centro di Calcolo numerico ha avuto anche influenza per indirizzi moderni, sia in matematica che in elettronica. Il Centro prese avvio nel '55, su iniziativa di Gino Cas-

sinis, allora Rettore, che era riuscito a dotare il Politecnico di una calcolatrice elettronica (la prima in Italia!). Vennero attivati, in corrispondenza, due insegnamenti, per incarico: Calcolo numerico e Calcolatrici elettroniche, attribuiti rispettivamente a me e a Luigi Dadda (dell'Istituto di Elettrotecnica e Elettronica). A questa circostanza si legano la tesi di laurea in Matematica - differenze finite in un problema di propagazione - e la attività iniziale di Giovanni Prouse (già laureato in Ingegneria).

Una estesa serie di studi è stata dedicata, in quegli anni, alla rielaborazione della teoria delle funzioni quasi-periodiche a valori negli spazi di Banach, consentendo, in particolare, il passaggio dalle equazioni ordinarie a quelle a derivate parziali, con enunciati espressivi dal punto di vista fisico (in campo lineare: equazione delle onde ed equazione di Schrödinger con operatore dipendente dal tempo; in campo non lineare: equazione delle onde con termine dissipativo non lineare ed equazione di Navier-Stokes). In tale ambito, Prouse ha ottenuto la cattedra nel '65, Carla Vaghi nel '71.

In collaborazione con Prouse ho pubblicato nel '72 la monografia "Almost-periodic functions and functional equations", per la collana di Van Nostrand.

Le ricerche di Prouse sono poi proseguite, con particolare riferimento all'equazione di Navier-Stokes: in problemi riguardanti la circolazione sanguigna, tra l'altro.

Ulteriori ampliamenti della attività dell'Istituto, in Analisi, si sono avuti con la venuta di Marco Cugiani da Modena, e di Giorgio Talenti da Catania. Il primo, noto cultore di teoria dei numeri nella Scuola di Giovanni Ricci, ha continuato a tenere nel Politecnico, anche dopo il passaggio all'Università, l'incarico di Calcolo numerico, promovendo — nella didattica e nella ricerca — l'uso dei metodi probabilistici, a complemento di quelli deterministici (cfr. il volume "Metodi della Analisi numerica", del '67). In tali studi, collegati anche al Centro di Calcolo del Politecnico, ha collaborato Laura Gotusso Pillitteri. A Talenti, sia pur in un breve periodo, si deve una notevole apertura delle ricerche in campo ellittico, insieme alla collaborazione con Carlo Domenico Pagani nello studio delle equazioni integrali di Wiener-Hopf. Aggiungiamo a questo l'attività di ricerca di Marco Biroli, sulle "disequazioni variazionali", rivolte anche a questioni di

quasi-periodicità.

Con Carlo Cercignani ha avuto inizio, negli stessi anni, un nuovo indirizzo di studi, verso la Meccanica statistica.

La mia relazione termina a questo punto, nell'anno prescritto.

Voglio però aggiungere che nel '75 hanno ottenuto la cattedra, nel Politecnico: Carlo Cercignani ed Elisa Brinis Udeschini (Meccanica), Marco Biroli e Carlo Domenico Pagani (Analisi), Laura Gotusso Pillitteri (Calcolo Numerico); analogo successo — Algebra, a Pavia — ha avuto nel '76 Gaetano Rodriguez (già incaricato di Analisi I).

Nuovi insegnamenti, con relative cattedre o incarichi, sono stati introdotti, sull'intero quinquennio.

È infine significativo, nel quadro didattico-scientifico del Politecnico, che, in anni successivi, altri tre matematici — Claudio Citrini e Paolo Terenzi (Analisi), Giancarlo Spinelli (Meccanica) — siano pervenuti alla cattedra dopo aver conseguito la laurea in Ingegneria nello stesso Ateneo.

Riferimenti bibliografici

- [1] A. MASOTTI, *Commemorazione di Umberto Cisotti*, Rend. Sem. Mat. e Fis. Milano XVIII (1948), 1-35.
- [2] B. FINZI, *Umberto Cisotti*, Rend. Ist. Lombardo, Parte gen. 83 (1950), 89-96.
- [3] P. UDESCHINI, *Bruno Finzi*, Rend. Ist. Lombardo, Parte gen. 109 (1975), 136-149.
- [4] M. PASTORI, *Ricordo di Bruno Finzi*, Rend. Sem. Mat. e Fis. Milano XLV (1975), 7-17.
- [5] L. AMERIO, *Arnaldo Masotti*, Rend. Ist. Lombardo, Parte gen. 124 (1990), 187-166.