
BOLLETTINO UNIONE MATEMATICA ITALIANA

MAURO PICONE

Ciò che ha dato e ciò che può dare l'Istituto per le applicazioni del Calcolo

*Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Serie
1, Vol. 12 (1933), n.5, p. 321–330.*

Unione Matematica Italiana

<[http:
//www.bdim.eu/item?id=BUMI_1933_1_12_5_321_0](http://www.bdim.eu/item?id=BUMI_1933_1_12_5_321_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Bollettino dell'Unione Matematica Italiana, Unione
Matematica Italiana, 1933.

**“Ciò che ha dato e ciò che può dare
l'Istituto per le applicazioni del Calcolo,, (*)**

Il patriottismo scientifico è alla base dell'altissima missione che è stata assegnata dal Duce al Consiglio Nazionale delle Ricerche, e con tale fondamento non poteva questo Consesso, presieduto da un uomo come Guglielmo Marconi, non proporsi di avvicinare la Scienza all'Industria e di fomentare negli scienziati italiani quella nuova mentalità che li portasse a non disdegnare le possibilità di applicazione delle loro ricerche al progresso della economia generale del Paese e, fino a che non si avrà disarmato, della potenza degli armanenti per la difesa della Nazione.

Ma « le cose sono numeri » ed ecco sorgere l'Istituto per le Applicazioni del Calcolo, al quale il Consiglio Nazionale delle Ricerche assegna il compito di prestare la sua opera di collaborazione e di consulenza in tutti quei problemi di analisi matematica sollevati dalle scienze sperimentali e di applicazione, nonchè dalla tecnica e dalle sue applicazioni industriali, nei quali occorra intervenire a definitive e sicure valutazioni numeriche. Compito enorme questo che può portare e porterà certamente il giovane Istituto a cimentarsi talvolta con problemi per la risoluzione dei quali l'analisi matematica può non trovarsi già preparata, e pertanto ad esercitare anche l'altissima funzione scientifica di formulare ai matematici nuovi problemi concreti.

Con ciò non voglio dire che i matematici abbiano bisogno dell'Istituto per le Applicazioni del Calcolo per lavorare e per produrre, voglio solo dire che questo Istituto, mettendo i matematici a contatto coi problemi della natura — la quale, purtroppo, come ebbe a dire Laplace « non si preoccupa delle difficoltà analitiche » — potrà talvolta concorrere a richiamare l'attenzione di essi su

(*) Discorso tenuto a Bari dal prof. MAURO PICONE il 14 Ottobre 1933-XI nella XXII Riunione della Società Italiana per il Progresso delle Scienze.

talune gravissime difficoltà matematiche che potrebbero altrimenti rimanere ignorate, il superamento delle quali potrebbe però anche portare ad un grande progresso per la matematica stessa e recarle gloria, a vantaggio anche di quel riconoscimento che le spetta, ma che il grande pubblico, certo ingiustamente, non è sempre ben disposto a darle.

E d'altronde, rivolgiamoci alla storia della Scienza, fin dalle sue prime origini. Il notevole sviluppo che la scienza del calcolo ebbe, nella più remota antichità, presso gli Egiziani, presso gli Indiani, presso gli Arabi, è principalmente dovuto a necessità pratiche. Archimede, il primo calcolatore d'integrali definiti, aveva principalmente in vista le applicazioni a problemi 'meccanici e pratici, ed è da considerarsi un ingegnere. E a chi dobbiamo attribuire i principi fondamentali dell'analisi matematica moderna? Non è forse a Leonardo da Vinci, a Galileo, a Huyghens, a Newton, a Leibniz, e non sono forse questi sommi da riguardare, anzitutto, come studiosi della natura? Non è forse nelle meditazioni del grande fisico pisano che può trovarsi il germe del possente concetto che i fenomeni naturali sono retti da equazioni differenziali?

Stabilite le equazioni differenziali ordinarie o alle derivate parziali a chi dobbiamo, se non ai fisici o agli ingegneri, la indicazione dei vari tipi di problemi di determinazione delle soluzioni di quelle equazioni? E la celebre equazione di Laplace, che è a fondamento nelle ricerche di meccanica, d'idrodinamica, di elettrostatica, di termostatica, non è forse fondamentale anche nella teoria delle funzioni analitiche?

È facile dunque immaginare gli enormi benefici che potrebbe recare alla Scienza ed al progresso tecnico ed industriale un Istituto per Applicazioni del Calcolo, qual'è stato concepito dal Direttorio del nostro Consiglio delle Ricerche, se alla direzione dell'Istituto ci fosse, per esempio, un Lord Kelvin! Ma purtroppo di simili uomini, disposti ad assumere il faticosissimo incarico col costante sacrificio della completa libertà di scelta dei campi delle proprie ricerche, non c'è dovizia e nell'attesa che la Provvidenza ne dia uno all'Italia, si deve guardare con simpatia e con speranza al progressivo affermarsi del nostro giovane Istituto.

Esso, sorto da appena un biennio, generosamente ospitato, in un primo anno, e fornito di mezzi e di personale dalla gloriosa Università di Napoli, ha già dato i suoi buoni frutti.

Scienziati e tecnici insigni, importanti Società industriali, studiosi o professionisti isolati, hanno chiesto la collaborazione dell'Istituto e l'hanno ottenuta con dichiarato profitto. Taluni Uffici tecnici dei Ministeri dei Lavori Pubblici, delle Comunicazioni,

della Guerra, dell'Aeronautica, sono già in intime relazioni di lavoro con l'Istituto ed anzi coi Ministeri dei Lavori Pubblici e delle Comunicazioni vigono già opportune convenzioni che assicurano una continua e duratura collaborazione.

Merito di tale ispirato rapido impulso all'incremento e all'affermarsi dell'Istituto, va dato al Segretario Generale del Consiglio delle Ricerche, Prof. Giovanni Magrini, silenzioso e tenace lavoratore che con robusta ed instancabile mano è sempre al timone in tutte le realizzazioni del Consiglio delle Ricerche, alla sagace azione del Presidente del Consiglio dell'Istituto, Prof. Francesco Paolo Cantelli e dei Consiglieri Prof. Ugo Bordoni, Ing. Conte Luigi Cozza e S. E. Generale Gioacchino Russo ed al conquistato appoggio delle Autorità.

E mi è sommamente grato ricordare inoltre il lusinghiero ed efficacissimo incoraggiamento dato all'Istituto, fin dai suoi primi giorni, dalla Presidenza della nostra Società.

La copia del lavoro già compiuto dall'Istituto è veramente notevole e guardando ad essa si può fondatamente sperare nel più brillante avvenire. Questo lavoro investe importanti campi della Scienza e della Tecnica:

la Teoria dell'elasticità; le Costruzioni edili, di ponti ed idrauliche; le Costruzioni delle macchine; l'Aeronautica; l'Aerodinamica; l'Elettrotecnica; la Radiotelegrafia; la Fisica tecnica; la Fisica sperimentale; la Fisica teorica; la Balistica; la Chimica; la Meteorologia; la Statistica; l'Economia politica.

Per il calcolo degli spettri degli ioni. — E sono già numerosi e cospicui i problemi di determinazione numerica che hanno richiesto nuove preliminari indagini puramente analitiche. Citerò fra questi i problemi posti da S. E. Enrico Fermi per il calcolo degli spettri degli ioni, che hanno portato a talune ricerche relative alle equazioni differenziali ordinarie, di un interesse generale.

E già, a proposito, nell'analisi matematica sono studiatissime le equazioni differenziali e siamo tutti informati che vi si trovano risultati bellissimi ed importantissimi, ma, mentre il matematico puro è andato stabilendoli unicamente attratto — e ciò è bene — del lato filosofico ed artistico delle matematiche, confidando, come dice Picard « in una specie di armonia prestabilita fra le sue soddisfazioni logiche ed estetiche e le necessità delle applicazioni future » il fisico o l'ingegnere invano, bene spesso, ricercherà fra quei risultati quello che fa al caso suo. La teoria pura ha a fondo studiato una classe di problemi in un intervallo finito di variabilità della variabile indipendente, ed ecco che al fisico, per un pro-

blema della stessa classe, occorre che quell'intervallo sia infinito, la teoria ha considerato il caso lineare ed ecco che al fisico si presenta un certo caso non lineare, la teoria ha considerato il caso che le funzioni assegnate siano ovunque finite e continue ed ecco che al fisico quelle stesse funzioni si presentano, in un certo modo particolare, infinite o discontinue!

Purtroppo, l'analista che entra nel campo delle applicazioni, è atteso al varco dalle più amare delusioni!

Ma anche limitandosi al problema più elementare del calcolo delle radici di sistemi di equazioni non lineari, algebriche o trascendenti, problema che, nelle applicazioni, si incontra, purtroppo, frequentemente, l'analisi matematica non ha ancora fornito un metodo generale pratico e sicuro di risoluzione. L'Istituto di Calcolo ha suscitato ricerche in proposito, che, per merito del Prof. Gabriele Mammana, hanno condotto a risultati sui quali si può in molti casi certamente fondare un razionale e praticabile calcolo delle radici di un sistema.

Autosoluzioni dell'equazione di Schrödinger. — La tabellazione, richiesta da S. E. Fermi, delle autosoluzioni dell'equazione di Schrödinger, relative all'autovalore zero, in corrispondenza ai vari valori del numero atomico, ha provocato speciali ricerche per le studiatissime funzioni di Bessel, ricerche che hanno portato a nuove utili formole di maggiorazione per queste funzioni.

Propagazione del calore. — Talune interessanti determinazioni numeriche relative a problemi di propagazione del calore richieste da S. E. Francesco Giordani e dal Prof. Antonio Sellerio, hanno portato ad utilizzare in modo nuovo la trasformata di Laplace delle soluzioni, preparando anche quanto presumibilmente possa occorrere per analoghe determinazioni relative alla propagazione delle onde.

Calcoli per i ponti obliqui a travata rettilinea. — È di qualche mese fa la richiesta da parte del Ministero dei Lavori Pubblici del calcolo delle deformazioni elastiche e delle sollecitazioni nei ponti obliqui a travata rettilinea. In prima approssimazione si tratta di riprendere il classico problema dell'equilibrio elastico delle piastre uniformemente caricate, non supponendo più per esse la forma rettangolare o circolare ma la forma parallelogrammica, che non ci è risultata fin ad ora stata considerata nei riguardi delle pratiche valutazioni numeriche, laddove le date particolari condizioni di appoggio o di incastro della piastra non consentono

una facile estensione dei metodi già escogitati per le piastre rettangolari. Si è dovuto insomma anche qui istituire nuove ricerche preliminari di analisi matematica sussidiate da opportune esperienze numeriche, con le quali ricerche si sono ottenuti anche, d'altra parte, perfezionamenti notevoli dei metodi già usati per le piastre rettangolari.

Elettrotecnica. — Nei progetti di distribuzione d'elettricità ci si deve, com'è ovvio, preventivamente assicurare che i progettati trasformatori resisteranno ai massimi d'intensità che potrà raggiungere la corrente lanciata nella rete, ed ecco presentarsi un bel problema analitico: Il calcolo del massimo valore assoluto delle soluzioni di certe equazioni differenziali lineari a coefficienti periodici, problema che l'Istituto di Calcolo ha risolto in un caso particolare, dietro richiesta dell'Ing. Prof. Focaccia della R. Scuola d'Ingegneria di Napoli.

Costruzione di un serbatoio sferico. — Un calcolo di stabilità richiesto dalla Officine Nazionali di Savigliano per un grande serbatoio sferico di lamiera di ferro, sottoposto a pressione esterna non uniforme, ha portato allo studio di un curioso sistema di due equazioni differenziali lineari ordinarie del secondo ordine, in due funzioni incognite, i cui coefficienti presentano singolarità di una specie tale che, la sola condizione per le soluzioni di mantenersi regolari le determina perfettamente, ciò che ha consentito di rendersi conto dell'assenza di altre condizioni meccaniche, invano ricercate in un primo tempo e di conseguire la rigorosa soluzione analitica e numerica del problema proposto.

Velocità critiche. — Nell'Aeronautica si presenta un singolare problema di stabilità dell'equilibrio. Si tratta di determinare, per ogni particolare struttura alare, quelle velocità di traslazione dell'aeroplano, le cosiddette *velocità critiche*, nelle quali è possibile una persistente deformazione dell'ala che porterebbe certamente alla catastrofe. È ovvia l'enorme importanza del preventivo calcolo di tali velocità, che devono essere interdette. Il problema è stato proposto dal Generale del Genio Aeronautico Amedeo Fiore, Direttore Generale delle Costruzioni Aeronautiche, che ne ha richiesto una rigorosa soluzione per alcune strutture alari in costruzione. Con la collaborazione del Capitano Prof. Carlo Minelli del Ministero dell'Aeronautica, l'Istituto ha dato la soluzione richiesta e sta presentemente studiando il problema per l'ala a due longaroni, con centine, struttura complicatissima, nei riguardi degli sviluppi

analitici, per la quale il Prof. Minelli aveva già elaborato anni or sono un procedimento di calcolo per successive approssimazioni, che potrà ora essere sottoposto a rigoroso controllo.

Per le strutture alari semplici è bastato, con facili accorgimenti analitici, l'impiego delle funzioni di Bessel, ma per le strutture più complicate si è dovuto fare ricorso all'applicazione di un metodo che rientra come caso particolare in uno affatto generale, del quale ora dirò. Le menzionate velocità critiche riescono legate in modo noto ai cosiddetti *autovalori* per un certo parametro da cui dipende una certa equazione differenziale lineare. Ebbene, l'Istituto è già da tempo in possesso di un metodo di calcolo di tali autovalori che può essere applicato nei più generali problemi, purchè retti da equazioni *lineari*, siano queste integrali o differenziali ordinarie o alle derivate parziali, a coefficienti comunque variabili.

Si ha così, in particolare, la possibilità di pervenire a risultati sicuri in ogni caso, nell'altro grandioso problema la cui soluzione è di capitale importanza per la vita civile, parlo del problema della determinazione delle *velocità critiche* per gli alberi motori, della determinazione, cioè, di quelle velocità di rotazione degli alberi motori che non possono essere di regime, senza grave pericolo per la stabilità dell'albero. Si pensi alle applicazioni degli alberi motori in tutti i bisogni della vita moderna, dal moto delle navi, delle automobili, degli aeroplani, a quello delle macchine nelle fabbriche di tutte le specie, e ci si può, allora, non senza emozione, rivolgere la domanda se, con una preventiva sicura conoscenza delle velocità critiche degli alberi motori, nei loro diversi impieghi, non si potrebbero forse evitare molti dei disastri che, con dolorose perdite di vite umane e con danni ingenti, funestano il progresso umano.

Ed io penso che basterebbe il solo compito di collaborare allo studio di un tale problema per ben giustificare la creazione del più grandioso Istituto di Calcolo.

Pressioni critiche. — Un problema analogo, ma di risoluzione assai più difficile, che è tuttora oggetto di studio da parte dell'Istituto, è quello della determinazione delle pressioni critiche di fiaccamento degli involucri. Esso, ovviamente, interessa al sommo grado la navigazione subacquea. Le difficoltà del problema provengono dal fatto che nel calcolo del lavoro di deformazione dell'involucro non è più lecito allora supporre infinitesima la deformazione, e si perde perciò la linearità delle equazioni.

Autovalori per l'equazione di Schrödinger. — Altra ricerca additata da S. E. Fermi, che l'Istituto di Calcolo si propone di

compiere è quella relativa alla calcolazione degli autovalori negativi, di massimo valore assoluto, per l'equazione di Schrödinger, in corrispondenza ai vari valori del numero atomico. Qui, pur essendo infinito l'intervallo di variabilità della variabile indipendente, data però la linearità dell'equazione è applicabile il metodo dell'Istituto di cui sopra ho parlato. I calcoli saranno lunghi e laboriosi, ma, non ostante, è da augurarsi che un Istituto Italiano riesca a portare il definitivo contributo di rigore in calcolazioni che interessano un così importante campo di ricerche della fisica moderna.

Analisi periodale della pioggia. — Avendo l'Istituto Geofisico di Messina chiesto l'analisi periodale del fenomeno della pioggia a Messina, osservato durante l'ultimo cinquantennio, L'Istituto di Calcolo ha fatto anche ricerche sui fondamenti matematici di tale analisi, la quale, in generale, non ha nulla a che vedere con la ben nota analisi armonica. In questa il periodo del fenomeno è già noto, laddove in quella si tratta di ricercare se è possibile scomporre il fenomeno in fenomeni periodici, (smorzati o amplificati) per ciascuno dei quali il periodo è un'incognita del problema. L'Istituto è pervenuto ad un suo metodo che, come quello del Rung, toglie al ricercatore ogni possibilità di arbitrio o necessità di divinazione. Il metodo è forse di applicazione più rapida in confronto di quello del Rung, ma le esperienze in proposito sono tuttora in corso nell'Istituto.

Balistica. — Fra le ricerche, compiute dall'Istituto di sua iniziativa, citerò quelle di balistica esterna. Si è dato e si è sperimentato un nuovo metodo di calcolo delle traiettorie dei proiettili d'artiglieria, lanciati con grandi velocità iniziali e con forti angoli di proiezione, pervenendo a precisare circostanze non ancora valutate analiticamente circa il comportamento della velocità del proiettile lungo la traiettoria e circa il valore dell'angolo di proiezione, che, a parità di tutti i parametri della traiettoria dà, per grandissime velocità iniziali, la gittata massima. In possesso di tali traiettorie si è calcolata, per le latitudini di 45 gradi, la perturbazione, nel calcolato moto del proiettile, provocata, insieme, dalla rotazione terrestre e dalla variazione dell'attrazione esercitata dalla terra sul proiettile, durante il moto di questo, ripudiando ogni ipotesi semplificatrice, considerando cioè, credo per la prima volta in tale problema, la resistenza dell'aria quale essa è effettivamente secondo l'esperienza. I risultati ottenuti — che si tengono riservati a disposizione dei Ministeri della Guerra e della Marina — hanno

rivelato circostanze che non erano facilmente prevedibili, delle quali si dovrà tener conto nelle regole del puntamento in direzione delle artiglierie.

Ricerche del petrolio. — Il Prof. Augusto Stella, di Scienza delle Miniere nella R. Scuola d'Ingegneria di Roma, ha additato all'Istituto di Calcolo un altro campo di ricerche nel quale — secondo l'opinione dell'illustre scienziato — la collaborazione dell'Istituto potrebbe riuscire utilissima. È il campo delle ricerche relative al petrolio. In tali ricerche ci si deve appoggiare sulla preventiva conoscenza della distribuzione delle rocce nel sottosuolo, ora, a tale conoscenza, si può pervenire, una volta ben determinato il campo di forze nella regione da esplorare, dovuto alla gravità, risolvendo un problema analitico che appartiene alla teoria delle funzioni armoniche, la quale, anche per quanto riguarda i metodi di valutazioni numeriche, è familiare all'Istituto, per le frequenti applicazioni che di essa si fa quotidianamente in vari problemi. E formulo all'Istituto l'augurio che gli sia presto consentito di collaborare, e di collaborare con successo, in una ricerca così importante per l'economia italiana.

Ausilio all'ingegneria professionale. — Che dire, infine, del lavoro dato all'Istituto dai professionisti d'ingegneria? Esso, il più spesso, ha richiesto modesti mezzi analitici, ma quanto utile si è palesato il riavvicinamento dell'ingegnere professionista alla teoria che si era ormai abituato a più non consultare, e intendo dire utile per il progetto che doveva compilare ed utile per la sua missione professionale. Ho una domanda dell'Ing. Italo Persegani, costruttore edile, nella quale si chiede all'Istituto di Calcolo, che gli fu utile per alcune calcolazioni, di farsi promotore di un'azione da parte dei teorici intesa a soccorrere, come egli dice, *l'ingegnere della strada*, al quale è commessa la diretta esecuzione delle opere e per il quale il grande fattore del rendimento è il tempo. Egli espone anche l'idea che il modo più adatto per portare quel soccorso, consisterebbe nella pubblicazione di una collana di manuali che fornissero gli schemi, con esempi numerici illustrativi, per i calcoli relativi alle strutture più comuni e a quelle eccezionali. Io trasmetterò tale domanda dell'Ing. Persegani, che a me sembra degna di considerazione, al Comitato d'Ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche, al quale, evidentemente, doveva essere rivolta, dichiarandomi ben lieto se, secondo le decisioni e le direttive di quel Comitato, l'Istituto di Calcolo potrà utilmente collaborare al richiesto soccorso dell'ingegneria professionale.

L'Istituto come *Tavola vivente delle funzioni*. — Certo quella che io vorrei chiamare la mentalità numerica è in generale poco sviluppata nei nostri ingegneri professionisti, ed evidentemente senza di essa l'applicazione dei metodi razionali ai casi pratici presenterà sempre gravi difficoltà e sarà perciò spesso evitata, sostituendo ad essa l'empirismo.

Qual'è la causa di ciò? Non è forse in primo luogo da ricercarsi nei programmi dell'insegnamento dato nelle nostre Università, nei quali in generale non trova posto l'analisi matematica numerica?

Io ho visto ingegneri di valore, in pieno possesso della teoria, capaci di tradurre il loro problema in un'equazione differenziale, arrestarsi di fronte a questa perchè non era del particolarissimo tipo di quelle che, come suol dirsi, si sanno integrare. E non si può far loro colpa di ciò. Noi abbiamo loro insegnato all'Università che per calcolare una funzione individuata dal dover soddisfare ad un'equazione differenziale ordinaria e a determinate condizioni iniziali o ai limiti la via da seguire è questa; trovare l'integrale generale dell'equazione differenziale e poi determinare le costanti arbitrarie in esso contenute in modo da soddisfare a quelle condizioni. Soffermandoci pochissimo su altri metodi. Ora, per l'appunto, nelle applicazioni, il più spesso, l'integrale generale non si può esprimere a mezzo di funzioni che consentano di seguire quella via. Ed ecco allora che l'ingegnere o, ben a ragione, pianta in asso la teoria o si affanna a mettere insieme ipotesi semplificatrici ed a far compromessi colle difficoltà insite nel problema, unicamente per arrivare a quel benedetto integrale generale. Le cose poi andranno male ed ecco, ben a ragione, il discredito della teoria.

Ma se noi avessimo anche insegnato all'ingegnere che *si può sempre conseguire la tabellazione numerica di ogni funzione* individuata dal dover soddisfare a un'equazione differenziale e a condizioni iniziali o ai limiti atte a determinarla, egli non si sarebbe arenato a quelle difficoltà ed avrebbe cercato di ottenere la tabellazione della sua funzione. E qui, di nuovo, si presenta la necessità dell'Istituto di Calcolo: quella tabellazione, con valori numerici sicuramente approssimati quanto occorra, può esser assai laboriosa, può presentare talune gravi difficoltà analitiche, può richiedere un tempo eccessivo, ma se c'è un Istituto — ove si trovino matematici provetti e tutti i possibili e più perfezionati strumenti grafici e meccanici di calcolo numerico e personale specializzato all'uso rapido e sicuro di tali strumenti — al quale Istituto si possa con fiducia dar l'incarico di quella tabellazione,

ecco che quella funzione, in poco tempo, sarà nota all'ingegnere al pari di $\sqrt{x}$, di $\sin x$, di $\log x$.

L'Istituto di Calcolo sarebbe dunque anche la *tavola vivente* di tutte le funzioni che possono presentarsi. Ed in tal senso esso ha già funzionato, con successo, in moltissimi casi.

E finisco compiendo il dovere di dichiarare che fondamento essenziale del lavoro compiuto dall'Istituto deve trovarsi nell'acquistata perizia, nello scrupolo e nell'abnegazione con cui i suoi calcolatori non hanno mai cessato di prestare la loro difficilissima opera, sorretti principalmente dalla coscienza di fare cosa utile e da un disinteressato attaccamento al buon nome dell'Istituto.

MAURO PICONE