

## A. ASCARI, (\*) **La Matematica come strumento e come stimolo nella ricerca scientifica**

Il tema di questo incontro è piuttosto generale ed ambizioso, ed il contributo che io posso apportarvi è certo inadeguato, perché non va oltre i confini di una esperienza personale. È un'esperienza, tuttavia, che mi risulta condivisa da non molti colleghi (almeno in Italia), e forse proprio per questo il parlarne può suscitare qualche interesse. Si tratta, precisamente, dell'esercizio della professione di matematico (naturalmente « applicato ») nel contesto di attività di ricerca attinenti ad altre discipline, principalmente la Fisica, la Chimica, l'Ingegneria.

Mi sembra un ovvio dovere attenermi, fin dal principio, ad un criterio di massima sincerità, ed avvertire che il resoconto di un'esperienza del genere (nel mio caso, ormai, quasi trentennale), se si cerca di coglierne i tratti obiettivi, non offre spazio ad alcun trionfalismo. Questo non esclude, certo, che se ne traggano adeguate soddisfazioni personali, ma ciò non ha molta importanza nel presente discorso.

Un primo ed essenziale dato del problema, che occorre aver sempre presente, è il grado di cultura matematica dei ricercatori con i quali il matematico si troverà a collaborare (« cultura » è un termine forse troppo forte in questo caso; rende meglio l'idea l'inglese « literacy »). Si tratta di un vincolo palesemente « bilatero ». Da una parte si può incontrare il ricercatore (tipicamente, un ingegnere od un fisico) che ritiene la propria competenza matematica più che sufficiente ad affrontare i problemi del suo lavoro; dall'altra quello (un chimico, poniamo) che non ha sufficiente consapevolezza o fiducia nella collaborazione che la Matematica potrebbe offrirgli. Mi sento di affermare che il riconoscimento di questa divaricazione, e l'analisi — alla luce di essa — di uno specifico ambiente di ricerca, determinano in gran parte i modi dell'intervento della Matematica in tale ambiente: cioè la destinano ad agire prevalentemente, nell'un caso come *strumento*, nell'altro come *stimolo* della ricerca assistita. Sulla distinzione tornerò fra poco; vorrei prima sviluppare brevemente il cenno, che ho appena fatto, all'analisi di un ambiente di ricerca come humus per la Matematica Applicata.

Sarebbe un serio errore ritenere di poter compiere tale analisi in modo sbrigativo ed una volta per tutte, in un certo momento iniziale della collaborazione; per esempio, mediante una sommaria ricognizione dei temi di ricerca coltivati in un certo istituto, o magari facendo una specie di statistica dei titoli di studio dei ricercatori che vi operano. In realtà, questo aspetto dell'attività del matematico nella ricerca è uno dei più delicati ed impegnativi sotto il profilo dell'etica professionale: richiede un tributo quotidiano e permanente di sensibilità, ad un tempo tecnica e psicologica, e viverlo in modo superficiale o supponente può condurre a guasti irreparabili del clima di

---

(\*) Indirizzo: Istituto di Matematica, Università, Via Università 12, 43100 Parma, Italy.

cooperazione e di simbiosi che *deve* stabilirsi fra il matematico ed i suoi « utenti ». Non bisogna mai dimenticare che, se il problema è « oggettivo », il suo proponente ben sovente lo è assai meno: paradossalmente, il matematico dev'essere preparato a fornire di un medesimo problema due soluzioni « diverse » a due diversi richiedenti. Deve cogliere le loro esigenze, ed anche le loro aspettative, che sono palesemente un'altra cosa.

Queste considerazioni mi permettono anche di chiarire perché, secondo me, l'intervento nelle attività di ricerca è particolarmente significativo, fra quelli consentiti alla Matematica, ai fini di una analisi del suo ruolo nella società e nella cultura. La nostra disciplina ha, invero, uno spazio operativo di importanza globale assai maggiore nelle attività che possiamo, in senso lato, definire « produttive »: l'industria, la banca, il trasporto, l'amministrazione, eccetera. Ma in tutti questi ambienti la « domanda » di prestazione matematica è in genere ben definita ed uniforme, quando non è addirittura formulata una volta ogni tanto, per chiedere risposte di carattere ripetitivo. Questo vale oggi per l'uso del calcolatore elettronico come valeva già ieri, ad esempio, per il manuale dell'ingegnere. Ben differente la situazione nella ricerca: qui i problemi più o meno nuovi od insoliti non scarseggiano, e il contributo del matematico, anche se è banale in sé, può divenire parte integrante di un risultato originale nella disciplina « utente ». Se poi, viceversa, vi è luogo a contributi non banali anche nella sua propria disciplina, il matematico deve decidere fino a che punto spingersi in sede di collaborazione: non può certo illudersi di poter dare, ogni volta, tutto il meglio di sé (poco o tanto che sia in assoluto). Quello che egli deve fronteggiare, ora, è un problema « costi-benefici », ossia il problema di un compromesso fra gli obiettivi da raggiungere e le risorse da impegnare allo scopo.

Proviamo ora a riesaminare un poco più da vicino la distinzione, proposta all'inizio, fra situazioni in cui la Matematica può proporsi essenzialmente come strumento, oppure come stimolo, di un'attività di ricerca. E' forse superfluo avvertire che io per primo considero la distinzione artificiosa, cioè poco più che un espediente dialettico per facilitare l'esame di innumerevoli situazioni differenti solo per tenui sfumature. Vediamo comunque, dapprima, come si presenta la collaborazione con un ricercatore fatto agguerrito dalla Matematica che ha imparato « nel biennio », per esempio un ingegnere. Si individuano facilmente, per il matematico, alcuni obblighi di comportamento:

(a) In relazione al problema, egli deve, con tutta l'onestà di cui è capace, affermare l'esigenza di metodi più avanzati (rispetto a quelli di cui presumibilmente già dispone il proponente) solo quando ne sia veramente convinto. Rendere il problema più difficile del necessario per motivi, in realtà, esibizionistici non è soltanto immorale; è anche pericoloso (può sempre intervenire un « esperto » che ci smaschera) ed è, oltre tutto, una manifestazione di immaturità, perché un matematico applicato deve presto rendersi conto dell'immensità del suo reame e della necessità di usare con parsimonia le sue energie per esplorarne la maggior parte possibile.

(b) L'arsenale metodologico del matematico deve essere effettivamente, nettamente più ricco di quello del suo interlocutore. Superfluo aggiungere che ciò non è affatto pacifico in ogni caso.

(c) Il matematico deve, con tatto e competenza, persuadere l'altro della opportunità di quel « qualcosa in più » che solo lui può fornire. Non vi riuscirà se non ha capito a sufficienza i presupposti concettuali del problema in esame (e questo può comportare per lui un notevole impegno, senza garanzia di successo); ma soprattutto se non mostrerà anche, per il problema, un genuino interesse.

(d) E' bene che il matematico sia preparato, senza mostrare soverchio disappunto, a vedersi modificare « in itinere » la formulazione del problema, magari più volte. La buona fede del proponente è quasi sempre indiscutibile: ma intanto può accadere, per esempio, che una banale quadratura si trasformi in una arcigna equazione integrale, o viceversa, facendo saltare di un ordine di grandezza, in più od in meno, la previsione di durata dell'impegno del matematico.

(e) Molto spesso (e specialmente, direi, quando non è detto in modo esplicito) vale la regola: meglio una soluzione mediocre in tempi brevi che una perfettissima in tempi troppo lunghi. Le ricerche hanno scadenze elastiche, ma le hanno (specialmente quelle che comportano l'uso di complesse apparecchiature). Perciò il matematico deve, per quanto è possibile, evitare di farsi cogliere alla sprovvista sul piano metodologico, dove più facilmente possono prodursi ritardi che l'utente non capisce o non accetta.

Si potrebbe forse aggiungere ancora qualcosa, ma probabilmente molti penseranno a questo punto che le « norme » finora enunciate costituiscono già un codice fin troppo severo: tanto più, non dimentichiamolo, che si riferisce a navigazioni di ricerca in cui ad altri tocca la parte del nocchiero, e quindi la gloria maggiore di un felice approdo. Sembra giusto, quindi, fare almeno un rapido inventario dei corrispettivi favorevoli, almeno di quelli tecnici. (Quelli morali sono forse più rilevanti, ma corrono tempi in cui si ha una certa riluttanza a parlarne.)

Anzitutto, il matematico ha molte probabilità, nel tipo di collaborazione finora considerato, di vedersi consegnare un problema formulato in modo corretto ed inequivoco, cioè molto vicino a quello stadio ideale in cui egli può aggredirlo con la sua analisi. I preamboli di « digestione concettuale » sono così ridotti al minimo. Altrettanto probabile è che egli trovi nel proponente un interlocutore curioso ed attento, che può aiutarlo nella scelta dei metodi, integrando la richiesta iniziale con opportune precisazioni (per esempio sui valori numerici delle variabili in gioco). Infine, se il livello di « matematizzazione » da cui si parte è già abbastanza elevato, sarà palesemente più facile per il matematico portarsi con il suo intervento ad un livello ancora superiore.

Ma tutto questo può sembrare troppo poco, di fronte ai vincoli elencati prima; e certo vi sarà chi si augura, dovendo prestare una collaborazione matematica, di trovarsi piuttosto in una situazione dell'*altro* tipo, cioè con un utente di scarsa o nessuna iniziazione matematica. Ora, chi ha potuto

sperimentare entrambe le situazioni sarà, credo, abbastanza restio in generale ad esprimere verso l'una o l'altra una esplicita preferenza, che sarebbe spesso influenzata da fattori occasionali; ma certo converrà che si tratta di due esperienze profondamente diverse. Certamente il matematico non si troverà più, o quasi più, di fronte a quei condizionamenti (di cui ho fatto sopra una parziale rassegna) che, mentre lo impegnano seriamente sul piano tecnico, sembrano quasi voler, ad ogni passo, sottolineare la sua posizione di subordinazione e di ausilio rispetto alla conduzione della ricerca cui partecipa. Ma, per converso, egli sarà chiamato ad assumersi responsabilità di dimensioni del tutto impensabili nell'altro caso. Egli infatti deve ora, il più delle volte, convincere il suo interlocutore a servirsi non di una Matematica « migliore », ma *della Matematica*: cioè mostrargli che l'introduzione di tecniche matematiche può consentire, quando è il caso, un salto di qualità negli obiettivi e nei risultati della ricerca, in termini di correlazione, comprensione e prevedibilità dei fenomeni oggetto di indagine. In questo senso credo di poter sostenere (associandomi così, del resto, a voci ben più autorevoli della mia) che nelle discipline a scarsa matematizzazione « intrinseca » la Matematica Applicata ha davanti a sé un immenso spazio in cui può esercitare una funzione di stimolo della ricerca; ed ha appena cominciato a farlo.

C'è, per questo secondo tipo di collaborazione, un codice tecnico-morale, simile a quello prima descritto per il matematico che fiancheggia l'ingegnere o il fisico? C'è, e consta di una norma sola, ma non lieve: studiare la disciplina che sarà campo dell'intervento — la Chimica, la Biologia, eccetera — e studiarla in modo non superficiale, certo con molto più impegno di quello che poteva bastare per l'Ingegneria o la Fisica.

Tecnicamente, il divario fra le due situazioni può anche essere messo in luce osservando che, nel concretarsi delle applicazioni della Matematica, si possono generalmente riconoscere due fasi successive: quella concettuale, o « modellistica », di formulazione dei problemi; e quella analitica, che introduce ed attua i procedimenti risolutivi. Ebbene, il matematico può talvolta attendere abbastanza tranquillamente (non troppo, però) che lo chiamino per la seconda fase, poiché della prima qualcun altro si prende cura; talaltra, invece, egli stesso deve farsi carico anche della prima fase, altrimenti nessuno lo farà, e non ci sarà né prima né seconda fase: non ci sarà, semplicemente, l'applicazione della Matematica. (Forse questa affermazione può apparire contraddetta dall'uso estensivo che, ad esempio, i biologi fanno da tempo della statistica matematica; ma è chiaro come un impiego acritico e di « routine » di una tecnica particolare non possa aspirare a saturare le innumerevoli possibilità di intervento di altre tecniche, più o meno sofisticate).

Vorrei ora, per concludere, suffragare le considerazioni che ho proposto come spunto di dibattito, con qualche fugace rilievo di carattere storico: riflettere su ieri significa prepararsi al domani, cui giustamente ci richiama il tema di questa tavola rotonda. E' del tutto naturale e comprensibile che, in un primo momento del suo connubio con le ricerche di altre discipline, la Matematica sia stata soprattutto « strumento », più o meno pronto ad

essere « impugnato »: e ancora nel 1954 il matematico applicato poteva (seppure con una vena d'ironia) essere raffigurato mentre, chiuso in una stanzetta e dedito ai suoi studi preferiti, attende che qualcuno bussi ed entri dicendo: « Avrei un problema » [1]. Ma già una dozzina d'anni più tardi quell'ironia poteva mutarsi in aperto dileggio: in quella stanza non entrerà mai nessuno, o entrerà qualcuno con il problema sbagliato [2]. La stanza, tranquilla e rassicurante, stava cioè trasformandosi, lentamente ma inesorabilmente, in una trincea scomoda e pericolosa, dalla quale era giocoforza per il matematico, se voleva sopravvivere come tale, balzare fuori e battersi in campo aperto (cioè sul piano della cultura « degli altri ») per conquistarsi il suo spazio di attività e di intervento. Questa linea di tendenza è avvertibile anche esaminando la pubblicistica. Per molti decenni, di un libro con un titolo come « Matematica per i biologi » si poteva descrivere il contenuto senza aprirlo: invariabilmente insegnava a fare le regressioni, le analisi statistiche e simili. Ma recentemente sono apparsi libri (e periodici) rivolti, più che ai biologi, ai matematici che lavorano, o si apprestano a lavorare, nella Biologia [3].

La percezione più viva ed efficace dell'evoluzione in atto nel modo di pensare e professare la Matematica Applicata (nelle Scienze come in altri contesti) si ottiene però, a mio avviso, dalla lettura dei rendiconti di alcuni congressi, che specialmente negli Stati Uniti sono dedicati all'argomento, con lodevole frequenza, e vedono sempre la partecipazione di matematici di grande prestigio [4]. Sarebbero una inesauribile miniera di calzanti citazioni. Mi sia consentito, a chiusura, di farne almeno una, e proprio fra le meno recenti: testimonia la lungimiranza dell'Autore che cito, e poiché si rivolge anche al problema dell'educazione, sembra particolarmente consona a questa nostra riunione. Ebbe a dire, nel 1961, Richard Courant [5]: « Non dobbiamo più accettare il vecchio blasfemo nonsenso che la giustificazione finale della Matematica sia "la gloria dell'intelletto umano"... La Matematica deve rimanere, ed essere rafforzata, come un nerbo vitale, unitario, nel largo fiume della Scienza; si deve impedire che divenga un rivoletto laterale che può perdersi nella sabbia... Sarebbe senza dubbio un rimedio radicale e necessario per molti mali delle nostre scuole se si riconoscesse che una stretta interconnessione fra la Matematica, la Meccanica, la Fisica e le altre Scienze rappresenta un principio obbligatorio, che dev'essere vigorosamente abbracciato dalle future generazioni di docenti. Aiutare una riforma del genere è un solenne dovere di ogni scienziato ».

#### Note bibliografiche

- [1] M. ABRAMOWITZ, *On the practical evaluation of integrals*, SIAM Journal of Applied Mathematics 2 (1954).

- [2] *Education of Applied Mathematics*, Proc. of a Conference in Aspen, Colorado May 24-27, 1966, SIAM Review **9** (1976) (in particolare gli interventi di B. H. Colvin e R. E. Gomory nella discussione della sez. IV: Training in Applied Mathematics Research).
- [3] H. T. BANKS: *Modeling and Control in the Biomedical Sciences*, Springer 1975. (Questo libro fa parte di una delle due collane dedicate alla Matematica nella Biologia dall'Editore Springer: «Biomathematics», iniziata nel 1970, e «Lecture Notes in Biomathematics», iniziata nel 1974).
- S. I. RUBINOW: *Mathematical Problems in the Biological Sciences*, SIAM, Philadelphia 1973.
- [4] loc. cit. in [2], e inoltre:  
*Applied Mathematics: What is Needed in Research and Education - A Symposium* (Washington, D. C., Nov. 4. 1961), SIAM Review **4** (1962).  
*Symposium on the Future of Applied Mathematics* Brown University, Quart. Appl. Math, **30** (1972).  
*The Mathematical Training of Nonacademic Mathematician* (Symposium at Rensselaer Polytechnic Inst., May 3, 1974), SIAM Review **17** (1975).
- [5] loc. cit. in [4] (SIAM Review 1962).

\* \* \*