

I matematici impiegati nelle applicazioni: uno studio francese

di
Giorgio Bolondi
Politecnico di Milano

Il rapporto del Comitato nazionale di Valutazione.

In Francia esiste un Comitato Nazionale di Valutazione (CNE) che ha, tra gli altri suoi scopi, quello di condurre indagini dettagliate ed approfondite su aspetti specifici del sistema universitario. Nel 1999, in vista dell'anno mondiale della matematica, il CNE ha costituito un gruppo di lavoro per fare il punto sulla formazione offerta dal sistema francese in matematica orientata verso le applicazioni, con una particolare attenzione agli sbocchi professionali degli studenti. Il lavoro è durato circa 3 anni e ha prodotto un dettagliatissimo rapporto, consultabile in rete sul sito del CNE (<http://www.cne-evaluation.fr>). Ospitiamo in questo numero della *Lettera* una presentazione dei risultati del rapporto (per quanto riguarda il problema degli sbocchi professionali) fatta da Monique Pontier, dell'Università Paul Sabatier di Tolosa, che ha partecipato al gruppo di lavoro e alla stesura della relazione finale; si tratta del testo del suo intervento fatto in occasione di una giornata di discussione organizzata dalla Società Matematica di Francia.

Al di là delle specificità del caso francese, il rapporto è estremamente interessante per le analogie e le differenze che vi si possono leggere rispetto alla situazione italiana; ma anche soprattutto per le considerazioni di tipo generale che suscita nel matematico (impiegato nelle applicazioni oppure no).

Una delle prime questioni infatti che la commissione ha dovuto affrontare è stata quella della *definizione* di matematica applicata. Lungi dall'essere una questione accademica (o meglio, ben al di là della questione accademica che è coinvolta, in Francia come da noi, in questa espressione), la ricerca di questa definizione è stata essenziale per impostare correttamente il dialogo con gli organismi interpellati. La distinzione tra matematica pura e matematica applicata è stata a lungo fonte di discussioni sia tra i matematici che tra i filosofi. Oggi, almeno a parole, tutti siamo consapevoli della coerenza, l'intreccio e la continuità che esiste tra i diversi ambiti dell'attività matematica. Nei fatti, le classificazioni accademiche, le rigidità dei curricula, la specializzazione tecnica e finanche lessicale continuano a tracciare una frontiera invisibile. Ma questa frontiera esiste soprattutto negli ambienti universitari e, più in generale, della ricerca. Nel mondo delle imprese si parla solo di *matematica*.

La commissione sceglie, alla fine, di adottare l'espressione *matematica orientata verso le applicazioni*, e ne tenta una definizione cercando di conciliare i due approcci, quello accademico e quello del mondo del lavoro. L'impostazione scelta cerca di individuare nell'espressione "*matematica applicata*" una *direzione intellettuale* piuttosto che una *suddivisione di un dominio*, preferendo parlare di *matematici applicati*.

Indubbiamente, il teorema di Fermat viene considerato a pieno titolo facente parte della "matematica pura", mentre la ricerca sulle equazioni di Navier-Stokes viene comunemente considerata facente parte della "matematica applicata", anche se la matematica sviluppata nel corso dei secoli a partire dal primo ha notevoli applicazioni, e molta matematica generata dalla seconda è molto lontana, ormai, dall'applicabilità diretta in dinamica dei fluidi, e ha un interesse intrinseco per l'analisi.

Dal punto di vista storico, la commissione rileva che lo sviluppo della “matematica applicata” (usiamo questa espressione sintetica per comodità) sia iniziato in ritardo, in Francia, per motivi d’ordine culturale. Senza che venga espressamente nominato, il fantasma di Bourbaki aleggia sullo sfondo della ricostruzione storica. Citiamo dal rapporto:

A partire almeno dal periodo tra le due guerre e fino circa al 1980, i rapporti tra matematica applicata e matematica pura erano, in Francia, molto gerarchizzati e conflittuali. Un vero matematico doveva fare matematica per la sola bellezza di questa scienza, senza alcuna preoccupazione per le applicazioni, mettendosi anche come punto d’onore che fosse completamente “gratuita”. D’altra parte, non costituisce proprio la grandezza della matematica il fatto d’essere così perfetta che, prima o poi, si rivela utile, anche se viene creata senza alcuno scopo utilitaristico? Nella letteratura si ritrovano ripetuti fino alla noia gli stessi esempi...

L’attività del matematico applicato veniva, di fatto, largamente svalutata e assimilata ad un semplice e mediocre utilizzo di strumenti matematici sviluppati a monte dai “veri” matematici. Questo giudizio gerarchico veniva riprodotto in tutti gli ingranaggi del sistema, in particolare in tutte le situazioni di promozione o reclutamento di matematici. Di conseguenza si è avuto un ritardo notevole nello sviluppo della matematica applicata in Francia.

Gli obiettivi dello studio.

La situazione cambia a partire dagli anni ’80, quando le università francesi iniziano ad offrire sempre di più canali di formazione in matematica applicata. Di fatto, il sistema francese è estremamente più articolato (o contorto, a seconda dei punti di vista) del nostro; le nostre discussioni sulle “Y” a gamba breve o a gamba lunga (relative all’organizzazione degli studi secondo lo schema 3+2) impallidiscono al confronto della situazione transalpina. In sintesi, possiamo dire che l’università francese è organizzata in tre cicli: i primi 2 di due anni, e il terzo che può durare fino a 7 anni, configurando così un percorso formativo complessivo di 11 anni al termine del quale uno ottiene la abilitazione a dirigere le ricerche. E’ ben vero peraltro che in questo momento c’è un tentativo di razionalizzare la situazione riconducendola al modello 3-5-8.

Lo studio si concentra comunque sugli studenti che hanno seguito un curriculum complessivo di 5 anni: cioè, sostanzialmente, quelli che hanno completato i primi due cicli (corrispondenti grosso modo alla nostra laurea quadriennale) e ottenuto un primo livello di *master* annuale all’interno del terzo ciclo, quello che conduce alla tesi di dottorato.

Lo studio del CNE aveva dunque come obiettivi: *mettere in evidenza i settori, nell’industria e nei servizi, che richiedono competenze matematiche, la natura delle competenze ivi richieste, le differenti posizioni offerte, e il grado di soddisfazione dei datori di lavoro rispetto all’offerta di formazione; cercare di misurare quanto sia adeguata questa formazione rispetto ai bisogni delle imprese ed infine formulare qualche raccomandazione agli agenti coinvolti.*

Per raggiungere questi obiettivi sono state coinvolte, naturalmente, tutte le università, ed è stato realizzato un censimento delle centinaia di percorsi formativi esistenti; ma soprattutto sono stati interpellati i responsabili delle più importanti aziende francesi.

Il coinvolgimento delle imprese.

Sono state interpellate imprese operanti nei settori più disparati: dalla SNCF (le ferrovie francesi) a BNP-Paribas, da Bouygues Télécom a AXA (assicurazioni), dalla Saint-Gobain alla Renault, da Fabre (farmaceutici) a ditte di consulenza aziendale, istituti di sondaggio, imprese operanti nel settore aerospaziale. Lo sforzo è stato indirizzato a comprendere, dalla parte delle aziende, quale matematica viene richiesta, e come questa richiesta trova una risposta negli schemi mentali dei matematici, schemi mentali che vengono tradotti in pratica nei percorsi formativi.

A tutti gli interpellati è stato proposto, come traccia, il questionario che riportiamo nel box.

1. Individuazione, nella vostra impresa, delle funzioni per le quali è indispensabile padroneggiare strumenti matematici.

Avete bisogno, nella vostra impresa (o istituto, organismo) dei quadri o dei tecnici che padroneggiano gli strumenti matematici (esempi: tecniche di modellizzazione, metodi quantitativi, analisi dei dati, tecniche di simulazione eccetera)?

Per quali funzioni assumete persone che devono ricorrere a strumenti matematici?

2. Definizione dei profili aspettati al momento dell'assunzione dei quadri o dei tecnici con competenze matematiche.

Nella vostra impresa (istituzione, organismo) chi è responsabile di definire i profili delle persone da assumere ?

I profili sono formalizzati a monte dell'assunzione, e, se sì, sulla base di quali criteri? potete definire una tipologia dei profili ricercati in funzione dei compiti che affidate alle persone assunte?

In altre parole, che cosa vi aspettate da queste persone in termini di:

- conoscenza degli strumenti (esempio: padronanza delle tecniche di modellizzazione, del calcolo formale, del calcolo numerico, dei software industriali, padronanza di strumenti complementari eccetera);
- competenze metodologiche (padronanza di problematiche, rigore intellettuale);
- competenze comportamentali (capacità di lavorare in squadra, adattabilità, diplomazia, capacità di comunicare, ad insegnare, eccetera).

3. In rapporto a un profilo di persona da assumere, quali percorsi di formazione vi sembrano corrispondere meglio alle vostre esigenze professionali? Potete spiegare le ragioni di queste preferenze?

Le risposte potranno toccare i punti seguenti:

- Si tratta di scuole di ingegneria, di altri corsi universitari, o di entrambi ? (potete elencarli)
- Sono percorsi in cui la matematica è predominante, o piuttosto è dominante un'altra disciplina (come l'economia, l'informatica, la biologia eccetera)?
- Quali vi sembrano i punti forti di questi percorsi formativi? Qualche esempio:
 - la natura delle tematiche dominanti nell'insegnamento (ad esempio: l'analisi dei dati, la probabilità e la statistica, il calcolo scientifico eccetera);
 - l'originalità dei piani formativi che offrono agli studenti doppie competenze o competenze pluridisciplinari (esempi: formazione centrata su matematica e informatica; matematica e biochimica, finanza e matematica applicata all'informatica per l'apprendimento della modellizzazione e del software, eccetera)
 - il carattere molto professionalizzante della formazione (molti stage previsti, formazione alternata al lavoro, intervento di persone del mondo del lavoro, eccetera);
- Come siete venuti a conoscenza di questi percorsi formativi e perché avete avuto voglia di assumere giovani usciti da essi?

4. La vostra politica di reclutamento.

Vi basate su un principio di differenziazione delle formazioni d'origine, o, al contrario, su un principio di omogeneità?

Con quale inquadramento, e a che livello salariale, le persone assunte sono incorporate nella vostra impresa?

A che livello di formazione assumete? 4 anni di studi universitari, 5, o più?

5. Ritenete di conoscere a sufficienza il mercato della formazione?

6. Quali competenze forti avete individuato nelle persone che avete assunto in questi ultimi anni?

7. Al contrario, avete individuato dei punti deboli o delle carenze nella loro formazione? Se sì, che soluzioni suggerite per porvi rimedio?

8. Avete sentito la necessità di formazione complementare, in matematica applicata, per il personale che lavora nella vostra azienda da un po' di anni? Se sì, potete precisare la natura delle nuove competenze che cercate per questo personale?

9. Avete delle necessità di personale che non riuscite a soddisfare? Se sì, potete indicare quali? Potete trovare i motivi di questa insoddisfazione?

10. Fate ricorso a matematici stranieri per colmare le lacune e, se sì, quali tipi di formazione sarebbe utile offrire in Francia in più a quelli esistenti?

I possibili sbocchi sono stati suddivisi in varie tipologie professionali, e per ognuna di queste è stata realizzata una tabella di sintesi con le competenze matematiche richieste e i settori coinvolti.

Sbocchi professionali individuati:

Finanza e rischi: le banche

Finanza e rischi: borse e mercati

Finanza e rischi: le assicurazioni

Gestione di dati e informazioni: società di sondaggio

Gestione di dati e informazioni: società di consulenza

Gestione di dati e informazioni: sviluppo di software

Gestione di dati e informazioni: trattamento delle immagini; trasmissione delle informazioni (settore audiovisivo, settore medico)

Gestione di dati e informazioni: gestione del web

Ricerca e sviluppo (grandi imprese e organismi di ricerca): industria automobilistica

Ricerca e sviluppo (grandi imprese e organismi di ricerca): aeronautica

Ricerca e sviluppo (grandi imprese e organismi di ricerca): aerospaziale

Ricerca e sviluppo (grandi imprese e organismi di ricerca): telecomunicazioni

Ricerca e sviluppo (grandi imprese e organismi di ricerca): settore dell'energia

Logistica e gestione della produzione: grandi imprese operanti nei più diversi settori

Marketing e gestione commerciale nel settore industriale e dei servizi

Settore medico e biomedico: industrie farmaceutiche, laboratori

Settore medico e biomedico: organismi di ricerca sull'evoluzione delle malattie dell'uomo e dei viventi

Ambiente: meteorologia

Ambiente: ecologia

A titolo di esempio riportiamo la tabella elaborata, a partire dalle risposte delle persone interpellate, relativamente al settore bancario; consigliamo però la lettura anche delle altre, per rendersi conto di come sia estremamente articolata la richiesta di matematica (senza aggettivi) da parte delle imprese: si va dalle equazioni alle derivate parziali all'analisi bayesiana, dall'analisi numerica ai test di affidabilità, dall'algebra lineare all'ottimizzazione, dall'analisi funzionale al calcolo formale, dalle onde ai codici correttori, dalla teoria dei grafi alla statistica....

| Esempi di applicazioni della matematica | Strumenti matematici richiesti | Discipline e metodi utilizzati | Competenze « forti » |
|---|---|--|--|
| 1. Comunicare messaggi in modo sicuro (ad esempio, informazioni relativi ai bamcomat e alle carte di credito) | Teoria dei numeri primi ; Fattorizzazione dei grandi numeri; Matematiche discrete. | Crittografia ; Algoritmica, ricorso a algoritmi complessi per complicare il lavoro dei pirati informatici | Competenze forti in matematica numerica, su un fondo molto solido di conoscenza matematica in senso stretto. |
| 2 –Creazione di basi di dati (ad esempio : individuazione della clientela a rischio, tipologia della clientela). Utilizzo di queste basi. Creazione di modelli sulla scorta dei dati immagazzinati. Test del carattere generalizzabile dei modelli creati. | Strumenti di statistica e probabilità | Analisi dei dati; Classificazione; Algoritmica; Modellizzazione in statistica e econometria. | Competenze abbastanza pluridisciplinari: Ampia conoscenza degli strumenti recenti di matematica applicata alla statistica, alla probabilità, alla finanza e alle scienze attuariali. Conoscenze di software « pesanti » e di tecniche informatiche (competenze nella gestione delle basi di dati). |
| 3. Fissare i prezzi dei diversi prodotti o servizi proposti ; contratti a termine, opzioni, tenendo conto dei rischi , che sono aleatori perché legati a diversi fattori poco controllabili : l'imprevisto e il caso hanno qui un "peso" importante. | Teoria delle probabilità (processi stocastici) Strumenti statistici (raccolta di informazioni su base storica). | Metodi di previsione statistica Modellizzazione Matematiche attuariali. | Qui è cruciale la cultura probabilistica e statistica, più che la cultura delle PDE. Gli strumenti utilizzati devono essere di tipo innovativo, dunque più vicini ai risultati della ricerca. |
| 4 –Valutare i rischi finanziari (ad esempio : i rischi dei mercati azionari e i rischi dei crediti sui clienti), in collegamento con la regolamentazione che è in continua evoluzione. Questa regolamentazione mutevole articolata su standard internazionali ed europei spinge a sviluppare dei « modelli fatti in casa » di valutazione dei rischi spesso molto elaborati. Anche qui caso e imprevisti hanno un "peso" importante. | Strumenti statistici (raccolta di informazioni su base storica). Probabilità; Strumenti stocastici. Un po' di PDE, ad esempio per valutare i rischi di una brusca caduta dei listini. | Statistica ; Probabilità in misura dominante; un po' di PDE in misura marginale. | |

In conclusione.

Le conclusioni del rapporto sono, tutto sommato, molto incoraggianti. Nel mondo dell'impresa c'è sempre più richiesta di competenze matematiche. Non si tratta solo di slogan di autopropaganda del mondo matematico, ma di una reale esigenza del mondo del lavoro; una richiesta di competenze qualificate, posizionate nel segmento medio-alto dei quadri di impresa. Si richiede molta matematica, si richiede la formazione mentale data dalla matematica. Si apprezza molto la capacità di adattamento dei matematici: come dice Monique Pontier, le imprese non richiedono persone che siano immediatamente operative, ma persone che possono essere rapidamente operative, adattandosi alla situazione specifica dell'azienda. E i giovani matematici, grazie alla loro formazione, rispondono molto bene a queste aspettative delle imprese.