

Di Paola Cerrai a Viareggio, 10 settembre 2010

Fra i molteplici interessi culturali e scientifici del Professor Giovanni Prodi emerse vivamente, negli anni '80, l'interesse verso le scienze della vita e la loro così detta "matematizzazione". Il Professore cominciò ad assegnare alcune tesi di laurea in matematica che avevano per argomento l'analisi, talvolta la costruzione o il perfezionamento, di modelli matematici atti a descrivere fenomeni biologici. Cito fra i tanti: i modelli matematici per la trasmissione degli impulsi nervosi, per la risposta infiammatoria nell'organismo umano, per la morfogenesi, e molti altri ancora. Per alcune di queste tesi richiedeva la consulenza di biologi specialisti del settore, ricordo la stretta collaborazione con Lodovico Galleni, Sonia Senesi, Nicola Ricci, Giuseppina Barsacchi per citarne alcuni. Il Professore fu un sostenitore convinto delle attività interdisciplinari e volentieri si trasformava da docente in discente. Quando Nicola Ricci ci invitò ai suoi seminari sul moto dei protozoi, rimasi colpita dalla cura con cui il Professore prendeva appunti, poneva domande intelligenti e spesso spiazzanti, e contagiata dall'entusiasmo che mostrò nel vedere i protozoi in movimento. Del resto il Professore vedeva nella biologia una scienza in grande evoluzione e una potenziale fonte di ispirazione e riflessione per problemi matematici. Il Professore riteneva che la realtà che ci circonda e gli eventi che si svolgono accanto a noi stimolino nella nostra mente, in modo quasi spontaneo, l'attività matematica. Cito le Sue parole: "Vi è un'attività matematica spontanea, che serve per avere un quadro coerente dell'ambiente che ci circonda, per adattarvisi, per fare previsioni. Man mano che le conoscenze si sviluppano è necessario fare ricorso alle singole scienze della natura e ad innumerevoli tecnologie. Ma, come constatiamo sempre più chiaramente, la matematica rimane la radice profonda della nostra comprensione del mondo." Come non ricordare quando, verso la fine degli anni '70, lo andai a trovare in ospedale, dove era stato ricoverato per una improvvisa malattia, e lo trovai carta e penna in mano, intento a ideare un modello matematico di interazione tra batteri e anticorpi e, sfoderando un sorrisetto ironico, mi disse: "E' un semplice modello, descrive una malattia dall'esito fausto."

Il Prof. Prodi aveva molto a cuore, come ben sapete, la buona qualità dell'insegnamento della matematica. Riteneva fondamentale avere cura dei corsi di matematica per il corso di laurea in Scienze Biologiche, non solo perché riteneva essenziale una buona preparazione matematica per il futuro biologo scienziato, ma anche perché era consapevole del fatto che molti dei laureati in Biologia sarebbero diventati insegnanti di matematica alla scuola media inferiore. Cito ancora le parole del Professore: "La necessità di applicare metodi, ma soprattutto mentalità

matematica in tutte le scienze è sempre più evidente. Vorrei dire però che **la matematica non tollera con lo studioso un rapporto di mera utilizzazione; essa deve essere in qualche modo amata, altrimenti essa apparirà in quel rapporto che i suoi detrattori definiscono di aridità.** Quindi, **la prima condizione per un buon rapporto con la matematica**, ancor più che una conoscenza delle premesse, **è una buona disposizione di animo.**” Fu così che, agli inizi degli anni '90, si fece carico, in prima persona, dell'insegnamento della matematica nel corso di laurea in Scienze Biologiche, senza mai delegare ad altri, peraltro, il peso delle centinaia di esami scritti e orali che affrontava con attenzione e rispetto verso lo studente di turno; anche quando lo studente diceva evidenti e madornali stupidaggini, il Professore non si spazientiva, cercava sempre di suscitare uno “spontaneo” ragionamento, spiegava di nuovo, se necessario, l'argomento, incoraggiava ad approfondire. Quanto ho imparato umanamente e professionalmente assistendo a quegli esami!

In quegli anni il corso di laurea in Scienze biologiche fu riformato; la sua durata fu portata a 5 anni e furono introdotti due corsi di matematica: il corso di istituzioni di matematiche al primo anno e il corso di Metodi matematici e statistici al secondo anno. Quest'ultimo corso era del tutto nuovo e si trattava di deciderne i contenuti e le modalità; decisivo fu l'intervento del Prof. Prodi che tenne il corso per alcuni anni e, sulla base della sua esperienza didattica, scrisse il libro “Metodi matematici e statistici”, pubblicato dalla Mc Graw Hill. Gli argomenti scelti dal Professore influirono non solo sul corso dell'università di Pisa, ma anche sui corsi tenuti nelle altre università italiane. In particolare il Professore diede grande rilievo alla probabilità e alla statistica, materie fino ad allora piuttosto trascurate nell'insegnamento dei corsi così detti di “servizio” o insegnate da docenti non matematici sulla base di “ricette” da applicare meccanicamente. Il Professore cercò di dare ad ogni argomento un assetto deduttivo, con apprezzabili dimostrazioni alla portata del non matematico anche per argomenti più complessi quali, ad esempio, i processi di Poisson, le catene di Markov. La distribuzione gaussiana, ad esempio, fu introdotta a partire dalla simmetria rispetto alle rotazioni del piano. Tutto il testo, sia per i contenuti che per la loro impostazione didattica, è una fonte ricchissima da cui attingere sia per un arricchimento personale del docente (non solo universitario, ma di ogni ordine e grado) sia per un rinnovamento della propria attività didattica.

Successivamente il Professore volle completare la sua esperienza con i biologi tenendo il corso di istituzioni di matematica al primo anno. Da questa attività trasse il libro “Istituzioni di matematiche” sempre edito dalla McGrawHill, anch'esso preziosissima fonte di riflessione e arricchimento. Vengono trattati gli argomenti tipici di un corso di matematica di base, ma basta scorrere l'indice per accorgersi del grande

rilievo che viene dato alla geometria, attualmente molto trascurata anche a livello di scuola secondaria, ma ritenuta dal Prof. Prodi essenziale per la buona preparazione del futuro insegnante.

Consultando i compiti d'esame, che il Professore preparava con tanta cura, ci si rende subito conto di quanto essi fossero diversi l'uno dall'altro, mai routinari. Il Professore mirava sempre a stimolare l'intuizione e il ragionamento, cercando di non indurre mai lo studente ad una risposta da "riflesso condizionato". Ecco qui di seguito alcuni esempi tratti dai compiti di Istituzioni, un discorso a parte meriterebbero gli argomenti di probabilità e statistica, trattati al secondo anno per l'esame di Metodi matematici e statistici, ma non mi è possibile, per motivi di tempo, affrontarli in questo contesto.

Grande rilievo alla geometria, nei compiti era sempre presente un esercizio di geometria, ad esempio:

-Un' isometria è il prodotto SR delle due rotazioni: R e S (prima si esegue R e poi S), che sono così definite nel piano cartesiano:

R è la rotazione di un angolo di $\pi/2$ attorno al punto (1,0)

S è la rotazione di un angolo di $-\pi/2$ attorno al punto (0,1)

Dire di che tipo di isometria è SR e rappresentarla (Si può procedere in modo direttamente geometrico, oppure si possono usare i numeri complessi).

-Un cubo di lato L viene tagliato con un piano che contiene due spigoli paralleli non appartenenti ad una stessa faccia. Qual è la figura dell'intersezione? Che area ha?

Date uno sguardo ai test di ingresso per la Facoltà di Scienze, gli esercizi di geometria, per quanto elementari, costituiscono uno degli ostacoli maggiori per i nostri studenti e molti di loro ci dicono che questo è dovuto al fatto di non avere mai svolto argomenti di geometria nella scuola secondaria!

Calcolo combinatorio.....con fine ironia!

Un professore di matematica deve preparare un tema per una prova d'esame; le domande devono essere tre, di tre argomenti differenti; per ciascun argomento il professore ha preparato 15 esercizi, di cui 5 facili, 5 difficili e 5 di livello intermedio. Quanti temi diversi può preparare con questo materiale, volendo che ogni tema contenga una domanda di ciascun livello di difficoltà?

Successioni

Una malattia a decorso benigno, ma che non provoca immunità, ha questo andamento in una popolazione di N individui: nel passare da una settimana all'altra il 10% della popolazione sana si ammala, ma l'80% dei malati guarisce (e nessuno muore). Indicando con S_k la consistenza della popolazione sana alla fine della k -sima settimana, scrivere la legge di ricorrenza per S_k , sapendo che inizialmente tutta la popolazione è sana, cioè che $S_0 = N$.

Studiare poi l'andamento di S_k .

Classico studio di funzione, ma non poi tanto classico...

Dire per quali valori del parametro reale h la seguente equazione ha: nessuna soluzione, una soluzione, due soluzioni:

$$x+h-2\log(1+x)=0$$

Osservazione. L'equazione risolta può servire a trattare il seguente problema: una preda fugge con velocità costante di v^* m/s e ha sul predatore un vantaggio iniziale di r metri; il predatore ha una velocità di $2v^*/(1+t)$, dove t è il tempo (sempre in secondi). Vale a dire che inizialmente il predatore ha velocità doppia, ma si stanca rapidamente. Riuscirà il predatore a raggiungere la preda?

Contando le distanze dal punto in cui si trova inizialmente il predatore, la distanza percorsa da questo al tempo x è $2v^* \int_0^x 1/(1+t) dt = 2v^* \log(1+x)$, mentre la preda è distante $r + v^*x$. Il predatore raggiunge la preda se ha soluzione l'equazione $2\log(1+x) = h+x$ con $h=r/v^*$, cioè se $r < 0.38v^*$.

Naturalmente, osserva il Professore con ironia, quella che interessa è la soluzione più piccola. Infatti, una volta raggiunta la preda, preda e predatore cessano di correre....(e il modello matematico non vale più).

Un invito per tutti noi: niente potrà rendere miglior omaggio alla memoria del Prof. Prodi, al Suo insegnamento umano e professionale, del "fare" buona matematica, dunque rileggiamo con cura i suoi scritti e cerchiamo ispirazione! Buon lavoro a tutti!