

## **Alcune riflessioni sull'insegnamento**

Io sono un ingegnere elettronico, laureato a Padova nel (sic) 1979. Fino a qualche mese fa ero un ricercatore CNR, ma ora mi hanno messo in soffitta. Dall'a.a. 98/99 ho sempre insegnato a contratto per l'Università di Padova come titolare di insegnamenti in settori della matematica applicata all'ingegneria: Segnali e Sistemi, Calcolo della Probabilità, Processi Stocastici, Statistica. Ho insegnato per il DEI, per il DII, e a volte per il Dip. di Matematica e per il Dip. di Statistica. Ho insegnato corsi di Dottorato al Dip. di Matematica e al DEI su argomenti al confine tra teoria dell'informazione, probabilità e statistica.

La prima cosa che devo dirvi è che a me piace insegnare. Insegnare non l'ho mai considerato un'incombenza, non è una voce del mansionario CNR che ho dovuto subire. Insegnare è un'opportunità che mi è stata gentilmente offerta dai colleghi universitari e che ho preso al volo. I buoni risultati con gli studenti dipendono in buona parte da questo punto. Insegnando per puro piacere il tempo e le energie spese a migliorare un insegnamento lezione per lezione e anno per anno non pesano.

Mi limito a qualche considerazione alla buona su come affronto Segnali e Sistemi.

### **La pagina moodle**

Prima dell'inizio delle lezioni preparo la pagina moodle con tutte le informazioni che servono agli allievi per organizzare le loro attività (data presunta dell'ultima lezione, date dei compiti, date degli esami) includendo, a titolo indicativo, il diario dettagliato delle lezioni dell'anno precedente.

La pagina moodle è dinamica. Tengo un diario delle lezioni dettagliato che aggiornò alla fine di ogni lezione corredato di un'anteprima della lezione successiva, il tutto con riferimenti ai paragrafi del libro di testo. Ogni seconda o terza lezione carico su moodle una pagina di esercizi proposti le cui soluzioni metto online dopo una settimana, per dar loro il tempo di sudare, lacrimare e sanguinare. Cerco in tutti i modi di rinforzare l'idea che non c'è una via regia e che per interiorizzare il materiale non basta ascoltare la lezione, o leggere il libro, ma bisogna fare da se. È la filosofia confuciana del vecchio progetto Nuffield.

### **Le lezioni**

Ho sempre insegnato rigorosamente alla lavagna col gessetto. Carlo Mariconda dice che quello è il metodo ottocentesco. Carlo l'ho sempre stimato, mi ha anche tolto d'impaccio su un problema spinoso sulle funzioni periodiche, ma le sue idee sull'insegnamento che pure mi incuriosivano mi sembravano troppo complicate da realizzare. Poi è arrivato il Covid e anche i professori ottocenteschi si sono adeguati. Adesso uso una vecchia tavoletta Wacom Bamboo e Microsoft OneNote. Continuo a far lezione alla lavagna col gessetto, solo che lavagna e gessetto sono virtuali. Non riuso mai le lezioni degli anni passati. Ogni volta parto dal notebook vuoto. Le lezioni sono sempre fresche e, soprattutto, il bitrate dell'informazione è ottimale.

Resisto alla tentazione di dare tutti i dettagli dei passaggi matematici. Spiego con calma l'idea, inizio i passaggi, spiego cosa manca, e dico: qui finite voi, è un "microesercizio" obbligatorio. Riempio la lezione di "microesercizi". Sono semplici e nessuno si lamenta. La pappa pronta ostacola l'apprendimento. Comunque se alla lezione successiva qualcuno me lo chiede svolgo alla lavagna i passaggi che trovano ostici.

Li guardo in faccia spesso, per controllare che i più siano con me. Se li vedo confusi mi fermo, ripeto e faccio domande di test. Pongo spesso domande alla classe, e aspetto sempre una loro reazione prima di continuare. È molto bello vederli parlare tra loro per arrivare ad una timida risposta. Questo è un gioco utilissimo, ma bisogna vincere la resistenza di quelli che hanno paura di far brutta figura con i compagni e allo stesso tempo frenare i super bravi che rispondono istantaneamente e non danno agli altri il tempo di riflettere e quindi imparare. Faccio anche domande che precorrono un po' i tempi, alle quali loro non sono ancora completamente pronti a rispondere. Allora chiedo di darmi un educated guess, di proporre un ansatz. In italiano queste espressioni nemmeno esistono, perché tirare a indovinare, anche con cognizione di causa, è visto con sospetto, mentre è alla base della scoperta. I fisici ci sguazzano, gli ingegneri hanno bisogno di sentirsi autorizzati a tirare ad indovinare. Io li autorizzo.

Dedico un'attenzione maniacale alla scelta della sequenza degli argomenti. Mantengo una struttura collegatissima dalla prima all'ultima lezione. Ogni nuova idea viene prima dettagliatamente motivata ed introdotta euristicamente a partire da un'esigenza ingegneristica o matematica, quindi sviluppata formalmente, e infine collegata a filo doppio al materiale già presentato. Nessun argomento viene spiegato isolatamente dal resto.

Uno dei problemi fondamentali è agganciare gli studenti. Segnali e Sistemi è un esame complementare per allievi del terzo anno di IEN e IAS. È un pubblico abbastanza maturo, che ha accumulato un discreto bagaglio di conoscenze in ambito ingegneristico/industriale. Con queste premesse il rischio che Segnali e Sistemi sia considerato come un riempitivo per arrivare ai 180 crediti è molto forte. Bisogna a tutti i costi motivarli. Quello che trovo utile è mettere Segnali e Sistemi al centro e collegarlo, mostrando le connessioni, a vari rami della matematica e dell'ingegneria. Questo si può fare con tutte le materie ovviamente. Allora gli studenti si rendono conto che una serie di Fourier troncata è una proiezione ortogonale dell'algebra lineare e quindi l'approssimazione ottima di un segnale dato con un segnale di complessità controllata e capiscono il principio su cui si basa la tecnica di compressione audio .mp3. L'acustica musicale è in realtà piena di spunti interessanti che attirano la loro attenzione. Con la trasformata di Fourier si spiega sia il principio di funzionamento della radio AM che il teorema del campionamento di Shannon. L'identificazione della risposta impulsiva di un palo di fondazione permette di valutarne, per simulazione, il comportamento antisismico. Accenno sempre a queste e spesso anche ad altre applicazioni dei metodi di Fourier, ad esempio allo studio della power quality nelle reti di distribuzione dell'energia, o alla meccanica delle vibrazioni. Per ognuno dei problemi applicativi fornisco una breve descrizione dell'idea matematica di base, rimandando gli approfondimenti a corsi più avanzati.