

La matematica è utile?

Basterebbe forse ricordare quanto affermava Galileo per concludere che non è utile: è essenziale!

“ [.....] La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.”

Galileo Galilei, *Il Saggiatore*

La precedente celebre citazione di Galilei, cioè che non è pensabile di avere una comprensione del mondo fisico nel quale viviamo senza lo strumento matematico, oggi è ritenuta scontata. Ma dai tempi di Galilei ad oggi, e questo è invece meno scontato per gran parte dei non addetti ai lavori, la matematica è diventata essenziale anche per la vita di tutti i giorni: basta pensare, per fare solo un esempio, alle ricadute tecnologiche delle quali difficilmente oramai potremmo fare a meno. In realtà molto di quello che ci circonda, in opere ed attività realizzate dall'uomo, quasi sempre si è avvalso in qualche misura della matematica. In particolare, per restare nell'ambito degli interessi della nostra facoltà, la matematica è divenuto lo strumento fondamentale per lo studio della statistica, dell'economia e dell'econometria, della finanza e delle applicazioni attuariali e assicurative. Non a caso alcuni dei padri fondatori del Calcolo delle Probabilità, come F.P. Cantelli e B.De Finetti, hanno insegnato in questa facoltà. Altro branca della matematica applicata usata frequentemente in campo aziendale è poi la Ricerca Operativa. Ma ora non voglio soffermarmi sulle applicazioni che riguardano in modo specifico le materie che incontrerai successivamente in questa facoltà ed alle quali sono finalizzati, non solo questo corso, ma anche tutti gli altri corsi di matematica che vengono offerti sia nel corso triennale che in quello specialistico: avrai modo di comprenderne l'importanza man mano che procederai negli studi. Vorrei farti invece notare come nella quotidianità della nostra vita, ci piaccia o meno, la matematica la incontriamo in ogni momento della giornata e un po' ovunque..

Piuttosto che fare un lungo elenco, mi limito a fare un solo esempio: dopo l'esame di matematica, superato con 30 e lode, i tuoi genitori ti regalano un bel viaggio (primo motivo per considerare "utile" la matematica!). Nell'agenzia di viaggi, con l'ausilio di un computer, ti danno le disponibilità, dalle più vicine alle più lontane: volendo con pochi click ed in pochissimo tempo sai tutto ciò che ti interessa anche per località che stanno agli antipodi. E la matematica che c'entra? A parte il computer, a cui accenneremo tra un po', per ottenere le informazioni che ti servono l'agenzia ha usato una rete (che, per evidenziarne solo due aspetti, non esisterebbe senza la teoria matematica delle reti e la teoria dei codici per la correzione automatica degli errori di trasmissione), la quale a sua volta utilizza dei sofisticatissimi algoritmi matematici capaci di rintracciare, in mezzo a moli incredibili di informazioni, quelle poche che ti interessano: è il cosiddetto data mining. Non a caso, Sergey Brin e Larry Page, i due ragazzi prodigio che hanno fondato Google rivoluzionando il mondo dei motori di ricerca, sono entrambi laureati in matematica (ed i loro genitori, sia le mamme che i papà, sono, o quantomeno erano, docenti universitari di matematica). Anche Bill Gates, Microsoft, ha studiato matematica: ma lui aveva fretta di guadagnare ed invece di finire gli studi pensò che tutto sommato, per ottenere gli scopi che si era prefisso era meglio assumerli i matematici selezionandoli tra i migliori in tutto il mondo. Ciò che conta è che anche il software di un computer è basato su strutture matematiche. E l'hardware? Qui la storia è un po' più lunga e occorre risalire almeno a George Boole, matematico inglese della prima metà dell'ottocento, che nel 1854 pubblicò "An Investigation of the Laws of Thought" che in pratica gettava le basi della logica matematica riconducendo la composizione delle proposizioni del linguaggio comune ad operazioni algebriche. Occorrerà però aspettare la seconda guerra mondiale, con il grosso sviluppo dell'elettronica (che difficilmente esisterebbe senza matematica) perché si abbiano le prime realizzazioni concrete di computers in USA ed in Inghilterra. Le basi matematiche sulla struttura dei computers furono gettate da due dei più grandi matematici del novecento: Alan Turing e John von Neumann. (Piccola divagazione: non sempre gli uomini sanno essere riconoscenti con i loro simili più geniali. Malgrado A.Turing avesse, decifrando i codici segreti dei nazisti, dato un contributo significativo alla conclusione della seconda guerra mondiale e, con la sua teoria nota come "macchina universale di Turing", posto le basi per la realizzazione dei moderni computers, fu condannato in un

processo per omosessualità e, per evitare il carcere, costretto alla castrazione chimica; morì suicida nel 1954 a 42 anni.). I personal computers attuali poi non sarebbero stati possibili se, negli USA, l'ingegnere italiano F.Faggin con un paio di altri colleghi, e con tanta matematica, non avesse inventato il moderno microchip.

Scelto il viaggio paghi con la carta di credito (cosa impossibile senza la crittografia, affascinante teoria che utilizza la teoria dei numeri e la geometria algebrica aritmetica: branche della matematica sviluppate senza immaginare che un giorno avrebbero avuto delle applicazioni concrete). Poi telefoni a casa col cellulare (da dove comincio? Teoria dei codici, teoria delle reti, teoria delle file di attesa, ..., etc., hai un'idea degli algoritmi matematici estremamente sofisticati coinvolti in una tua telefonata? Un solo nome: Andrea Viterbi, ingegnere ed imprenditore di origine italiana, al quale La Sapienza ha conferito recentemente una laurea honoris causa in Informatica (e a Bergamo, città in cui è nato, in Ingegneria Informatica), in quanto in realtà aveva studiato negli USA (al MIT e poi alla USC) dove la sua famiglia si era dovuta rifugiare al tempo delle leggi razziali. E' famoso in particolare per "l'algoritmo di Viterbi" usato per codificare la trasmissione di dati digitali che è alla base del GSM, e l' algoritmo dell'accesso multiplo a divisione di codice (CDMA) che è alla base dello standard di trasmissione UMTS.(Nel 2004 ha donato 52 milioni di dollari alla scuola di ingegneria dell'università californiana presso la quale aveva conseguito il Phd: ora tale scuola si chiama: USC Andrew and Erna Viterbi School of Engineering). Finita la telefonata ascolti un po' di musica dal tuo riproduttore Mp3 (anche lo standard Mp3 di codifica e di compressione di informazioni audio digitali, nato dal più generale standard Mpeg-1 per la codifica di dati audiovisivi, si basa su algoritmi matematici sofisticati). Quello che ascolti è la riproduzione digitale di un brano eseguito con strumenti per lo più elettronici tipo sintetizzatori: e un sintetizzatore è l'applicazione concreta di un famoso teorema di matematica, scoperto quasi duecento anni fa da J.B.J.Fourier (ma i primi tentativi di esprimere una funzione come combinazioni di funzioni ondulatorie semplici, era stato fatto prima di lui da Daniel Bernoulli e da Leonard Euler) per studiare la teoria del calore (Fourier era molto freddoloso, in particolare appena tornato in Francia dalla campagna di Egitto dove aveva seguito Napoleone) e che ha dato inizio a una nuova branca della matematica nota come analisi armonica (guarda caso! Ma le

sue applicazioni spaziano in innumerevoli campi: nelle telecomunicazioni, nella radioastronomia, ...). In poche parole il teorema dice semplicemente questo: hai presente un diapason, quella specie di forchettone di acciaio che, percosso emette un suono molto puro di frequenza ben determinata tanto che veniva utilizzato per accordare i pianoforti? Hai inoltre presente la nona sinfonia di Beethoven, per eseguire la quale sono necessarie diverse decine di orchestrali oltre a un coro (ma puoi sostituire con un brano di tuo gradimento)? Il teorema afferma che potremmo fare a meno di tutti gli orchestrali e del coro: per ottenere lo stesso loro effetto, e cioè un'esecuzione della nona sinfonia identica a quella da loro effettuata, potremmo utilizzare esclusivamente "tanti" diapason, diversi tra loro e ciascuno di frequenza prestabilita dal teorema. Ma "tanti" quanti? Be' qui la cosa si complica un po' perché se si vuole una riproduzione identica ne occorrono infiniti (non basta una somma usuale di "suoni" ma occorre una *serie*, cioè una somma di infiniti termini); se però ti accontenti di un'approssimazione basta un numero finito di diapason: la cosa importante è che più ne aggiungi, più ti avvicini all'originale (serie convergente). Ovviamente la nona sinfonia conviene sempre farla suonare nel modo tradizionale, ma ciò che volevo capirsi è che il teorema di Fourier permette, combinando insieme in modo opportuno circuiti elettronici che emettono suoni elementari di frequenza determinata, non solo di ricostruire (sintetizzare) elettronicamente il suono di un qualsiasi strumento tradizionale, ma anche di inventarne di nuovi lasciando ampio spazio alla creatività, come è del resto accaduto negli ultimi decenni. Ma l'analisi armonica, e quindi in definitiva il vecchio buon Teorema di Fourier, serve non solo per ricostruire suoni ma anche immagini: per esempio è alla base di due delle tecniche diagnostiche più sofisticate della medicina moderna: la Risonanza Magnetica e quella nota con l'acronimo di TAC (tomografia assiale computerizzata).

Probabilmente userai l'analisi armonica in applicazioni statistiche e nell'analisi dei cicli economici. Ma torniamo ai preparativi per il viaggio: tornando a casa in macchina metti un CD nel lettore: il Cd è stato realizzato grazie alla teoria matematica del campionamento, inoltre riesci a sentirlo bene anche se vai su una strada dissestata poiché, grazie alla teoria dei codici auto correttivi, il tuo lettore è capace di ricostruire in modo corretto anche lunghe sequenze di brano lette male. Ti fermi al supermercato a fare qualche acquisto: ogni prodotto ha un codice a barre di

13 caratteri numerici. Se la cassiera, non funzionando il lettore laser, digita il codice a mano la macchina si accorge sia se la cassiera sbaglia una delle cifre del codice sia se ne inverte due: come fa? Sempre con algoritmi matematici peraltro in questo caso molto semplici. Ovviamente tali algoritmi vigilano anche in caso di lettura laser. E a proposito di laser pensi sarebbe stato possibile realizzarlo senza l'apporto di una matematica estremamente sofisticata?

Arrivato a casa mandi una lavatrice e accendi la radio o il televisore. La tecnica che produce gli elettrodomestici ha origini negli studi sull'elettromagnetismo del XIX secolo (equazioni di Maxwell) e non esisterebbe se alcuni algebristi italiani del cinquecento, impegnati nella risoluzione delle equazioni algebriche, che aveva come utilizzo concreto il calcolo del tasso interno di rendimento di certe operazioni finanziarie, non avessero introdotto il curioso concetto di radice quadrata di -1 , cioè di numero immaginario, dando così vita al calcolo dei numeri complessi che è pane quotidiano degli ingegneri.

Ma finalmente si parte: sull'aereo ti conviene ovviamente avere la massima fiducia nel Teorema di Bernoulli (sulla portanza) che è quello che permette all'aereo di restare appeso lassù sfrecciando a 10000 m. di altezza. Lo stesso teorema ti farà comodo poi per andare in barca a vela controvento (di bolina).

Fine della prima puntata