Furio Honsell

Professore di Informatica, padre di due figli, è nato a Genova nel 1958. Si è laureato in Matematica presso la Scuola Normale Superiore di Pisa nel 1983. Ha lavorato presso il Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino, presso la Edinburgh University e presso l'Università di Udine dove ha diretto il Centro di Calcolo e il Dipartimento di Matematica e Informatica. Sempre a Udine è stato Preside della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali e dal 2001 al 2008 è stato Rettore dell'Università. Dal 2001 al 2010 è stato presidente del Parco Scientifico e Tecnologico di Udine ed è stato vicepresidente dell'Associazione nazionale per la promozione della ricerca europea. È presidente di "Giona", associazione nazionale città in gioco, e dal 2010 anche vicepresidente della rete "Città sane". Dal 2009 cura la rubrica "Matepratica" sul mensile Wired.

Dal 2008 è Sindaco del Comune di Udine per il centrosinistra. È stato professore presso la Stanford University e l'École Normale Supérieure di Parigi; responsabile di vari progetti scientifici dell'Unione Europea, è coordinatore di progetti di collaborazione con istituzioni scientifiche dell'India. È Membro dell'"editorial board" della rivista Mathematical Structures in Computer Science.

Autore di oltre 50 pubblicazioni scientifiche su teoria degli iperinsiemi non ben fondati, modelli e teorie del lambda calcolo, logical frameworks, lambda calcoli di oggetti, logiche dei programmi.

Nel 2007 ha pubblicato L'algoritmo del parcheggio *sulla matematica nella vita quotidiana e nel 2009, con Giorgio T. Bagni,* Curiosità e divertimenti con i numeri.

Avvio

a cura di Daniele Dazzan

I numeri ci avvolgono (qualche volta ci perseguitano e mettono a dura prova la nostra memoria).

Siamo sommersi dai numeri.

Noi stessi molto spesso diamo i numeri.

Oppure altri li danno a noi: - Chiamami al cellulare. Ti lascio il numero!

Ce li danno perfino in sogno, e allora il "morto che parla fa 48...".

Qualche tempo fa si affermava con convinzione che "l'uno è l'origine di tutte le cose..."

Effettivamente, anche nella famosa poesia di Trilussa costui si dava una certa importanza e, con falsa modestia...

- Conterò poco, è vero:
- diceva l'Uno ar Zero -
ma tu che vali? Gnente: propio gnente.
Sia ne l'azzione come ner pensiero
rimani un coso voto e inconcrudente.
Io, invece, se me metto a capofila
de cinque zeri tale e quale a te,
lo sai quanto divento? Centomila.
È questione de nummeri. A un dipresso
è quello che succede ar dittatore

che cresce de potenza e de valore
più so' li zeri che je vanno appresso.

Insomma: ci dicono che la matematica è importante, che è importante "giocare bene i propri numeri"; che chi "ha dei numeri" deve tirarli fuori...

Circola l'idea che non sia disdicevole essere una persona quadrata (ma qui entriamo nel territorio della geometria), mentre "essere un numero" può risultare divertente per gli altri, ma poco serio per chi lo è...

Poi: non c'è due senza tre!

E per contare bisogna valere...

Insomma la nostra comunicazione quotidiana gira in continuazione attorno ai numeri, a numeri comuni - come una dozzina di uova - e a numeri speciali; a numeri interi e a numeri a pezzi; a pi greci e aurei, fratti e radicali, a congetture e postulati...

Ogni politico, poi, ci inonda con le sue cifre sicuro con ciò di dare una parvenza di inoppugnabile verità a quanto di volta in volta va affermando...

Ci hanno anche insegnato che non è possibile imparare la matematica in quattro e quattr'otto...

Ma, a proposito di dare i numeri, tra coloro che li danno più di tutti ci sono forse i professori di matematica, come nello sketch video col il quale incominciamo questo appuntamento con il prof. Honsell, e nel quale, sul filo di un ragionamento in apparenza assolutamente rigoroso, si insinua il virus che provoca il corto circuito dell'umorismo.

Il mondo dei numeri i numeri del mondo

Buongiorno a tutti voi, è un privilegio per me essere qui con voi, a parlare. quindi innanzitutto vi dico buongiorno! io uso il computer essenzialmente come lavagna.

Il vantaggio è che questa lavagna digitale - vedete - se devo cancellare, usare la gomma, poi non occorre che soffi i piccoli frammenti di gomma... quindi diciamo che è una lavagna che ha i suoi vantaggi!

Io sono venuto qui certamente per parlarvi di matematica, ma anche per ascoltare le vostre domande. non so come abbiate organizzato, e so che è difficile fare delle domande. Però sappiate che se voi fate una domanda mi fate molto contento. io al momento sono anche un po' abbagliato, quindi non vedo il vsostro volto, non vedo quanto voi seguiate e quanto voi non vi divertiate. Pertanto, se ogni tanto mi fate qualche domanda, fate uno sforzo che certamente sarà prezioso per voi e per tutti...

Questo è il primo grande insegnamento: porsi delle domande. Quando qualcuno vi racconta qualcosa, cercate sempre di problematizzarlo: il divertente, la vera sfida non è l'erudizione, la conoscenza, ma è la voglia di porsi dei problemi. Anche nella matematica le questioni risolte sono le meno divertenti, sono quelle che ormai hanno perso tutto il loro fascino. Cercate invece di essere sempre, come dire, curiosi! Ci vuole curiosità, ed è necessario porre domande.

Questa mattina io sono andato al mercato...

Voi direte: - Non ce ne importa granché!

Sì.è vero, però io ho preso per voi questo cavolo. Certo non immaginavo di essere così lontano da voi. Ma è un bel cavolo, dove si vedono tante spirali. Poi ho preso, lì vicino, anche due carciofi. Anche le foglie del carciofo sono a spirali. Sotto un albero ho invece raccolto una pigna: e anche qui si vedono tante spirali...

Uno come può comportarsi? Beh, potrebbe dire che non gliene importa nulla, potrebbe dire: -Mamma mia che complicato, che confusione...! Oppurre potrebbe incominciare a leggere una certa geometria dentro queste cose.

Se andate a vedere con curiosità, e in qualche modo cercate di trovare un senso, scoprirete che c'è un ordine veramente molto molto preciso.

Quasi tutti questi frutti - ce ne sono anche altri, come per esempio la buccia dell'ananas - hanno tutti la lolro geometria. Ci sono delle eliche, delle spirali... Se li guardate dall'alto vedete appunto che le scaglie fanno tutte una sorta di spirale: in un senso, ma anche nell'altro. Cercate di contarle: scoprirete con vostra grande sorpresa, credo, che i numeri sono gli stessi qualunque cavolo prendiate o qualunque carciofo abbiate tra le mani (è verò che a volte i carciofi sono un tantino rovinati, quindi qualche foglia si è perduta; così come qualche scaglia di pigna se n'è andata...).

Il numero di queste spirali è il medesimo in tutti queste diverse specie vegetali. E sapete quali sono questi numeri?

Sono dei numeri che appartengono ad una serrie, nota come *serie di Fibonacci*, che generate nel modo che segue.

Si parte da due numeri, 1,1...; poi, per ottenere il terzo numero, si procede sommando i due precedenti: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21...

Quasi sempre troverete che le spirali più verticali sono tredici, mentre quelle che invece vanno nell'altro senso, in senso antiorario, sono otto!

Ma come è possibile?

Questi sono dei numeri che abbiamo trovato in oggetti assolutamente naturali con la curiosità di riconoscere una forma, con la curiosità di andare poi a vedere e a contare. Vi invito, la prossima volta al mercato, sabato no, il sabato mattina voi poveretti dovete andare tutti a scuola. Però magari, un giorno di vacanza, un giorno in cui non c'è scuola, andate al mercato o andate in un negozio... Mi è capitato spesso, al mercato.

- Scusi, dico al signore del banchetto ambulante, mi fa contare le spirali...?

La prima volta mi prese per matto.

- Ma vada via!

- Ma guardi che io sono il sindaco, sa?

- Ah, beh, allora...

A questo punto me lo concesse: ma sicuramente avrà pensato che certi individui - i matematici - non sono sempre del tutto a posto...

Bene: i cavoli di Fibonacci sono un esempio di come la matematica sia presente nella realtà. C'è sempre un residuo matematico in tutte le cose, ed è estremamente divertente scoprirlo.

Ma voi mi direte: perchè la successione di Fibonacci?

Beh, guardate, la successione di Fibonacci in quanto questi sono proprio i numeri che si presentano sotto i nostri occhi. Certamente la teoria che giustifica "perché" vengano fuori questi numeri e non altri è un po' complessa: non è che ve la possa raccontare adesso. Inoltre, come tutte le teorie, non è conclusiva. C'è un ragionamento, e questo è un dato di fatto... Sull'interpretazione del perchè possiamo discutere a lungo. E tuttavia il perché dipende essenzialmente da quanto dirò.

Quando nel germoglio si formano tutte queste gemme (ma lo stesso vale anche per i petali: contateli!), ciascuna di queste vuole un po’ di spazio per se stessa, e spinge via le altre.Vi sono dunque delle secrezioni in qualche modo enzimatiche, vi sono delle inevitabili mancanze di luce perché di volta in volta quel petalo o quella foglia o quell'infiorescenza oscura l'altra... Alla fine si raggiunge un equilibrio che è quello che porta a far sì che ciascuna cacci via le altre quanto è più possibile.

Ebbene: questa disposizione uno alla fine può anche rappresentarla matematicamente in un modello, e tale modello porta precisamente a questi numeri!

Nonostante i numeri del mondo siano amche numeri molto più grandi di questi, qui è anche curioso che abbiamo a che fare con numeri piccoli, e tuttavia così frequenti.

Un'altra cosa da guardare, quando andate in giro, sono tutti gli oggetti, le cose che presentano delle spirali.

Per esempio le conchiglie. Ecco, qui ho portato due conchiglie. Quando andate al mare, vi consiglio di farlo: passeggiate romanticamente sul bagnasciuga ma prendete anche in mano una conchiglia, e oltre a dire "Che bella! "provate anahce a chiedervi da che parte giri la sua "elica".

In queste due conchiglie in un caso l'elica gira in senso destrorso, nell'altro in senso opposto! Quale orientamento avranno le spirali delle conchiglie delle nosttre spiagge? Ve lo siete mai chiesto?

Cari ragazzi, purtroppo quasi tutte quelle che è possibile trovare nelle nostre spiagge girano in senso destrorso! Quest'altra, che gira in senso opposto, l'ho trovata in India...

Ecco: se qualcuno vi vuol vendere una conchiglia rispondete: -Guardi, gliela compro se me la dà con spirale destrorsa. Anche il povero venditore mostrerà una certa difficoltà...

Potete osservare lo stesso fenomeno se andate in campagna e guardate i rampicanti: ma come si avvolgono i rampicanti, queste piante infestanti, attorno agli alberi? Alcune compiono spirali sempre in un senso, altre nell'altro, altre ancora sono piuttosto disordinate e girano da entrambe le parti.

Vedete: queste realtà del mercato (gli ortaggi, la frutta...), che sembravano assolutamente banali, al di là delle somme

in euro che dobbiamo pagare per acquistarle, sono interessanti per i segreti matematici che nascondono e che si possono poi osservare anche nelle conchiglie o nel modo in cui le stesse piante crescono.

Il mercato per me è una fonte inesauribile di curiosità matematiche: stamattina ci sono andato presto, verso le sette, prima di venir qui; e poi sono andato anche ad un'altra manifestazione, dei donatori di sangue..., insomma ho fatto varie cose prima di arrivare da voi.

Un altro problema, assolutamente matematico, che c'è al mercato è per esempio quello relativo alla disposizione più possibilmente compatta delle arance. Al mercato si possono notare delle meravigliose piramidi di arance, ma voi potete anche immaginarvi altra frutta: delle mele per esempio (adesso non è più stagione di arance!).

Anche qui c'è sotto una matematica sofisticatissima.

C'è un problema, che si pose già Keplero: dimostrare che il modo per impacchettare le arance nel sistema più compatto possibile è precisamente quello che usa qualunque ambulante al mercato.

In realtà Keplero non riuscì a dimostrarlo. Questo è un problema ancora aperto: è una congettura.

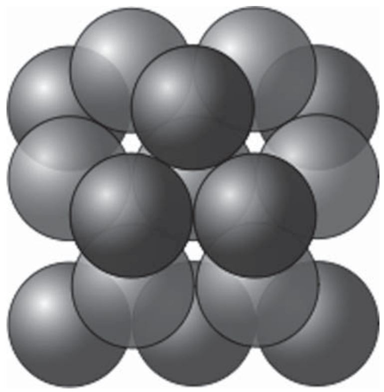
Il modo di impacchettare le arance più compatto possibile è quello che usano gli ambulanti: ma non siamo ancora riusciti a dimostrare che questo sia effettivamente sempre vero. La dimostrazione è estremamente difficile: noi ne possediamo una, ma è talmente complessa che ancora non siamo riusciti a verificarne tutti i passaggi.

Quando dico "noi", dico "noi matematici"...

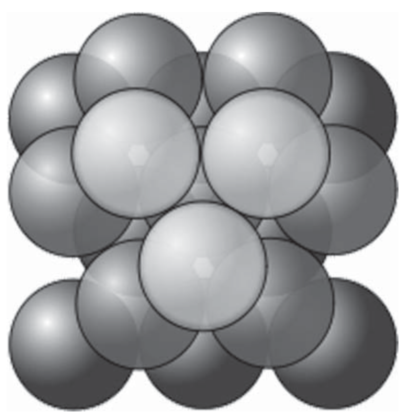
Però io vi invito a chiedere un giorno, sempre a quel povero disgraziato di ambulante che avete preso di mira, di lasciarvi giocare con le sue arance, e di provare a disporle in modo tale da fare una di quelle pile. Vedrete che non c'è un unico modo per metterle: in realtà i modi, anche se sembrano tutti uguali, sono di fatto infiniti ("infiniti", ovviamente, se uno immagina di avere tanti strati...).

L'idea qual è?

Uno dispone il primo strato di arance. Quelle dopo le mette sugli incavi e forma degli esagoni. Al terzo strato le arance potranno essere disposte esattamente nella stessa posizione del primo strato:



oppure in una disposizione corrispondente a quella del secondo strato in rapporto al primo:



Questo non è solo un problema matematico profondissimo, visto che se lo pose addirittura Keplero (che forse conoscete: è lui che ha formulato le leggi sulle orbite dei nostri pianeti). È un problema assolutamente quotidiano, assolu-

tamente naturale, che il più umile dei venditori ambulanti riesce a risolvere perfettamente, ma che noi matematici ancora non riusciamo a dimostrare con certezza.

Ecco, molta della matematica è così: brillante, immediata, difficile, eppure sotto gli occhi di tutti.

Quindi riuscire a riconoscerla ci rende la realtà più interessante. Ed ecco un altro aspetto della matematica che spesso viene trascurato.

Il ricordo che molti hanno della matematica imparata a scuola – e non per colpa degli insegnanti, che a mio avviso sono degli eroi, quanto piuttosto dei programmi che obbligano gli insegnanti a fare sempre gli stessi tipi di procedure – è spesso un ricordo di cosa noiosa o astratta. Io vi ho dimostrato che astratta assolutamente non è: le conchiglie, le pigne, i cavoli, le arance...

Ma la matematica è anche certamente molto divertente!

Qual è l'attività più vicina alla matematica?

La matematica è un gioco, un gioco dell'intelletto, dove appunto l'aspetto intellettuale è preponderante rispetto al gioco. Però ci sono altre dimensioni dove si trovano giochi intellettuali con predominanza dell'aspetto giocoso. Uno di questi è l'ironia, la dimensione della battuta di spirito.

Il momento cognitivo più vicino a quello dell'intuizione matematica, di quando uno afferra qualcosa, è l'esperienza – comune – della comprensione di una battuta di spirito.

Ragazzi: pensate alle vostre battute, alle vostre ironie. Cercate di capire i perché.

Una delle battute che a me piacciono in modo particolare, e che penso che descriva bene questo tipo di fenomeno, è la frase che viene attribuita al grande politologo Nicolò Macchiavelli.

Machiavelli infatti, che era molto cinico come politico, - non diversamente purtroppo dai tanti politici di oggi – diceva che "il fine giustifica i mezzi". Non ha importanza dunque, quali mezzi si usino: se abbiamo in mente uno scopo nobile, possiamo anche permetterci strumenti poco condivisibili per raggiungerlo.

Di lì passava tuttavia un matematico e diceva: - Ma... se il fine giustifica i mezzi..., il rozzo no!

Bene: avete colto il gioco.

E infatti il rozzo che cosa giustifica? Ma giustificherà, invece dei mezzi, i terzi, o i quarti!...!

E, sull'onda dell'ironia. un altro potrebbe dire non tanto che "ride bene chi ride ultimo", bensì che "ride ultimo chi... ci arriva dopo"!

Proprio la scuola mi fa venire in mente un'altra battuta di spirito.

Bene, in questo Istituto c'era un attaccapanni con un cartello che recitava: "Riservato ai professori". Un brillante studente di matematica, passando di lì ci aggiunse un altro cartello: "Serve anche per i cappotti"!

Il gioco, l'ironia, sta proprio nel capovolgere quella che è la razionalità, tenendo presente che dal gioco intellettuale si può appunto passare, a seconda di dove si mette il peso, proprio in quel tipo di spiazzamento...

Molto di ciò che riguarda la matematica è legato alla capacità di spostare la prospettiva.

Per esempio un problema matematico per me illuminante è quello che riguarda la disposizione di quattro punti sulla terra in modo che siano equidistanti l'uno dall'altro.

Uno inizia e dice: - Il primo lo disponiamo qui, il secondo a una certa distanza dal primo, il terzo lo collochiamo in modo da formare un triangolo equilatero...

Quando viene il momento di mettere il quarto punto le cose sembrano complicarsi. Come fare a mantenere l'equidistanza da tutti gli altri? Se anche lo collocassimo al centro, esso manterrebbe l'equidistanza rispetto ai precedenti punti, ma quest'ultimi tra di loro rimarrebbero più lontani!

Bisogna pensare "diverso": chi ha mai detto che i quattro punti devono giacere sullo stesso piano? Se il quarto punto è il vertice di un tetraedro regolare verrà soddisfatta pienamente la richiesta iniziale! Siamo andati nella terza dimen-

sione: ma nessuno aveva detto di non andarci.

Questo pensiero laterale, questo fare "la mossa del cavallo", questo andare avanti ma anche fare uno scarto di lato come appunto il cavallo negli scacchi, è un altro degli elementi del pensiero matematico: è il perseguire – come nell'ironia – la razionalità portata all'estremo.

Si può naturalmente fare anche la satira del matematico, di colui che si "riconduce sempre al caso precedente", come nel famoso aneddoto della pastasciutta: uno chiede, appunto, a un matematico come si faccia la pastasciutta, e il matematico risponde: -Mah, prendo l'acqua, la faccio bollire, dopo ci metto il sale, ci metto la pasta..., e dopo un po', dopo dieci minuti, la pasta è pronta e la scolo!

- Ma supponga di avere già la pentola d'acqua bollente: come procede in questo caso?

Il matematico allora risponde: - Beh, svuoto l'acqua bollente nel lavandino, e mi riconduco al caso precedente!

È chiaro che si può facilmente fare dell'ironia: però è proprio questa iper-razionalità che molto spesso conduce allo "spiazzamento".

Io, forse non lo vedete, ho una cravatta.

A proposito: ci sono ottantaquattro modi diversi di farsi il nodo della cravatta. Io ne uso uno particolare a seconda della giornata: oggi ho usato un nodo St. Andrew... Dipende anche dallo spessore che voglio dare al nodo... (All'argomento si può collegare la teoria dei nodi, che a sua volta è legata alla teoria del linguaggio: uno può descrivere ogni nodo come una parola che... Insomma: la mattina, se uno si lasciasse andare alle curiosità matematiche, non uscirebbe più di casa! Ogni atto può essere letto matematicamente. Mi ricordo quella volta che portai mia figlia, per la prima volta, dal dentista. Il dentista le raccomandava un'attenta pulizia quotidiana, dalla radice alla punta. Io volevo naturalmente aiutare le raccomandazioni del medico e partecipavo con solerte impegno, tanto che chiesi al dentista: - Ma, scusi dottore, da quale arcata deve iniziare, da quella superiore o da quella inferiore?

– Ma..., non so..., è indifferente...!

- Come? – ripresi, – le sta insegnando l'algoritmo per lavarsi i denti e trascura da quale arcata deve iniziare? Si rischia di finire come l'asino di Buridano che, avendo molta fame e trovandosi esattamente a metà tra due mucchi di fieno, alla fine, non sapendo scegliere da quale fosse meglio cominciare, morì!

- Comunque io vorrei sapere... ecco... lei comincia da sotto o da sopra? Da quello inferiore? Anch'io!

L'algoritmo per lavarsi i denti: tutto è leggibile come una procedura. C'è un residuo matematico in tantissime cose.

Anche se poi, effettivamente, io non voglio essere così ambizioso da dire che tutto si può ridurre a matematica...

C'è sempre qualcosa che sfugge.

Ma parliamo ancora di numeri.

Pensando a voi ragazzi e a quanto dovete studiare, mi viene in mente che in questo momento sono vivi più matematici di quanti ne siano esistiti in tutta la storia della matematica: cosa per la quale vi compatisco, e a causa della quale vi tocca studiare così tanto! Già i vostri genitori dovevano studiare meno matematica di voi. La popolazione era infatti meno numerosa: oggi siamo circa sei miliardi e novecento milioni. I demografi si interrogano sul giorno in cui diventeremo sette miliardi: qualcuno dice nell'agosto del 2011, altri in qualche giorno del 2012.

Ma proviamo pure a considerare quando è nato l'uomo.

Il *Sapiens sapiens* comparve all'incirca due milioni e mezzo di anni fa. A quell'epoca sono databili i primi utensili... Anch'io un giorno mi sono cimentato nel calcolo per verificare quanti uomini siano esistiti nel corso del tempo, quanti esemplari della nostra specie si siano avvicendati sulla terra.

Naturalmente quello di "speciazione" è un concetto un po' sfuggente: infatti ci sono alcuni che non lo capiscono.

Quando appunto mi dicono "No, ma gli autoctoni..." (anche nel mio consiglio comunale qualcuno dell'opposizione parla di "riserve per li autoctoni..."), io rispondo: - Guardi che gli unici autoctoni, qui, sono solo i ciano batteri!

Solo loro erano presenti nel nostro pianeta due miliardi e mezzo di anni fa: sono quelli che appunto hanno fatto la rivoluzione dell'ossigeno. Prima non c'era ossigeno nell'atmosfera. Due miliardi e mezzo di anni fa, invece, ecco che alcune alghe incominciano a compiere la fotosintesi, con la relativa emissione di ossigeno. Risultato: intossicazione generale! L'ossigeno fu il primo grandissimo inquinamento di questo pianeta, e distrusse tutte le specie che c'erano prima. Per noi, naturalmente, fu invece piuttosto prezioso e determinante: è uno dei mattoni della nostra evoluzione.

Bene: quanti esseri umani hanno vissuto sul nostro pianeta dagli albori della comparsa del *Sapiens sapiens* a oggi?

Me lo sono scritto per ricordarmelo oggi.

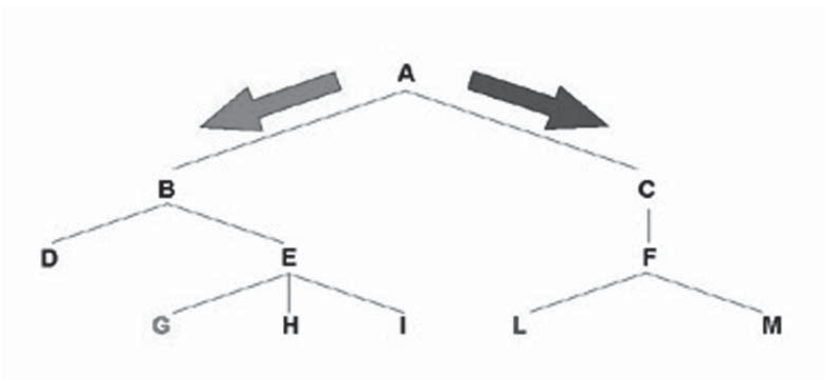
Diecimila anni fa si stima che su questa terra ci fossero un milione di ominidi. Il primo milione di uomini si raggiunse nel 200 a.C., più o meno. Nell'anno 1000 c'erano trecentodieci milioni di uomini. Il primo miliardo è stato raggiunto nel 1804, ai tempi di Napoleone; il secondo del 1927; il terzo miliardo nel 1960; il quarto nel 1974; il quinto nel '87; il sesto nel '99 e il settimo, appunto tra il 2011 e il 2012.

Qui si pone il problema di come contare gli esseri umani. Se uno guarda bene, vede che gli esseri umani dall'inizio della loro storia, per lo meno nei conti che avevo fatto io, sono stati circa centodieci miliardi. Ora siamo più o meno sette: fate un po' voi il conto se adesso, in questo istante, non viva molta parte delle persone che sono vissute in tutta la storia dell'umanità. Si concentra nell'oggi più del sei per cento di tutti gli uomini che sono vissuti nel nostro pianeta: va da sé che anche i matematici siano presenti nel mondo attuale con una percentuale analoga su tutti i matematici vissuti nel corso dei millenni!

Contare gli antenati è un problema matematico abbastanza interessante, poiché se uno non tiene conto di quelli che sono i parenti comuni, o dei parenti che compaiono più volte nell'albero genealogico, chiaramente gli viene un numero gigantesco: se tutti noi abbiamo due genitori diversi e poi quattro nonni diversi, il numero cresce sempre di più, in modo esponenziale. Ma se si tiene conto delle possibile "intersezioni" il numero si riduce assai.

Comunque, a proposito degli alberi genealogici, fatto assolutamente quotidiano, non so se voi sapete come si conta... Mi ricordo che in un concorso dovetti dichiarare di non avere, con i candidati, rapporti di parentela entro il settimo grado. Il calcolo avviene risalendo al "capostipite comune", quindi discendendo fino ad incontrare il parente in questione. Il numero dei segmenti determina il grado di parentela.

Nello schema B e C sono fratelli, quindi parenti di secondo grado; D e F figli di fratelli (cugini "primi"), quindi parenti di quarto grado poiché è necessario risalire attraverso B fino ad A (il nonno) e poi ridiscendere attraverso C...



Questo gioco sugli alberi genealogici è un gioco veramente divertente.

Per esempio: chi è il suocero di mio cognato? Ve lo lascio come eserciziètto per la domenica!

La mia cravatta reca tra l'altro l'immagine di una balena, poiché io sono anche presidente dell'*Associazione italiana

delle città in gioco*, delle città, cioè, che gestiscono delle ludoteche e pensano al gioco come strumento di integrazione sociale: noi abbiamo una ludoteca, un "ludobus" che va in giro a portare i giochi (giochi intelligenti e giochi meno intelligenti, giochi di animazione...).

Certamente il gioco è qualche cosa che porta tutti a superare molte barriere, promuove il ragionamento ed è, appunto, ciò che noi abbiamo usato come Comune in tante situazioni difficili. Il gioco aiuta a superare le barriere linguistiche, per esempio. In più il gioco ha quest'altro aspetto molto suggestivo: esso porta sempre alla condivisione di qualcosa, anche con l'avversario. C'è qualcosa che devi comunque avere in comune anche con chi a priori dovresti sconfiggere: sono le regole del gioco.

Inoltre, se anche uno si stanca di giocare a chi vince, si può sempre giocare nell'altra variante: a chi perde!

E qui si presenta quell'altro famoso problemino, che ora vi presento, dei due cavalieri.

Ormai stufi di gareggiare l'uno contro l'altro a vedere chi avesse il cavallo più veloce, i due cavalieri un giorno dissero: –Beh, andiamo a vedere chi ha il cavallo più lento!

- Attenti! Pronti..., via!

Ovviamente nessuno si muoveva, nessuno voleva perdere. A quel punto arrivò il Presidente Di Giona che spiegò loro come fare la gara. Essa venne regolarmente disputata, e naturalmente riuscirono a scoprire chi avesse il cavallo più lento! Anche questo lo lascio come problemino da risolvere con un po' di pazienza![1]

Ma ancora, a proposito di numeri: s'è parlato prima del tre per due... Bene! Anche ciò che sembra un fatto ormai assolutamente scontato, può invece mostrarsi come una cosa estremamente interessante.

[1] Possibile soluzione: il primo cavaliere per far arrivare il suo cavallo ultimo deve far sì che l'altro cavallo giunga per primo: sale dunque in groppa al cavallo del secondo cavaliere lanciandolo a tutta velocità. Rendendosi conto di questa mossa il secondo cavaliere monta sul cavallo dell'avversario cercando di raggiungerlo e superarlo.

Ora, per esempio, vi insegno un modo per fare le moltiplicazioni, poi magari vi chiederò perché funziona.

Per esempio volete fare 8 per 8?

Contate sulla mano: pollice, sei; indice, sette; medio, otto. L'altro otto sull'altra mano. Congiungete i due medi.

A questo punto il numero delle decine sono le dita fino a quelle due che si toccano (comprese): tre da una parte e tre dall'altra, e cioè sei. Le unità sono il prodotto delle dita rimanenti, quelle oltre i due medi che si toccano: due per due fa quattro. Sei decine e quattro unità fa sessantaquattro!

Funziona anche se prendete altri numeri. Prendete per esempio sei per nove. Il sei è il pollice, il nove l'anulare. Congiungete: le decine sono cinque; le dita restanti sono quattro da una parte e una dall'altra: quattro per uno fa quattro. Cinque decine e quattro unità è cinquantaquattro...

Ma ci sono altri modi. Tutti voi ne conoscete uno per fare le moltiplicazioni: è quello che vi hanno insegnato. Ma ce ne sono tantissimi. Quello che segue è per esempio un metodo indiano.

Volete per esempio fare 91 per 88?

Li scrivete uno sotto l'altro:

91 al cento → 9
88 al cento → 12

A questo punto si moltiplica 9 e 12, che fa 108, e si ottiene:

91 al cento → 9
88 al cento → 12
^{1}08

Quindi si sottrae 12 da 91, che fa 79 (oppure 9 da 88, che fa sempre 79: è la stessa cosa). Questo numero, aumentato del riporto scritto in piccolo, dà 80.

91 al cento → 9
88 al cento → 12
79 $^{+1}$ 08
80 08

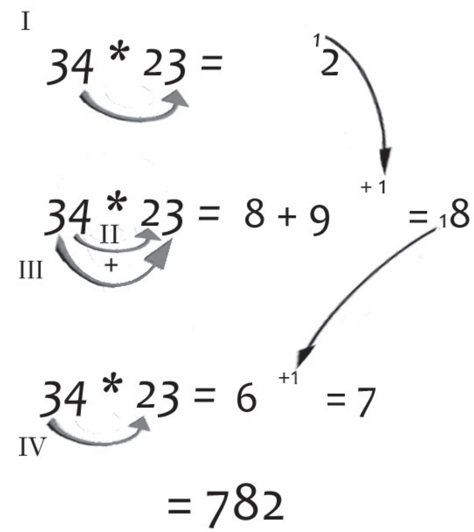
Il risultato è appunto 8008...

Altri modi o metodi rapidi per fare le moltiplicazioni?

Quello che segue, e che si può generalizzare a numeri molto più grandi, è un modo per fare le moltiplicazioni a mente. Tra l'altro questo metodo ha una storia veramente tragica: fu inventato da un prigioniero di un campo di concentramento nazista, il quale, per non impazzire, si inventò questi algoritmi rapidi per moltiplicare tra loro i numeri. Per riuscire appunto a mantenere una certa lucidità esercitava il cervello in moltiplicazioni molto, molto lunghe.

Anch'io, certe volte, in consiglio comunale faccio così! (Naturalmente non è vero: è una pessima battuta. Dimenticatela: me ne vergogno).

Dunque, se vogliamo fare 34 per 23, l'algoritmo è il seguente:

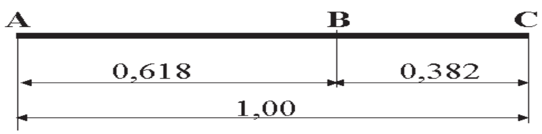


Ovviamente dovete ricordarvi un po' dei riporti...

Questo tipo di algoritmo che uso è in realtà un algoritmo che viene usato anche nei computer per fare delle moltiplicazioni molto grandi, tra numeri con moltissime cifre. È infatti un modo per dimezzare il numero delle operazioni che si fanno. Certamente anche la procedura che voi conoscete è una procedura piuttosto efficiente, però molto spesso viene presentata come l'unica possibile. E dunque può accadere di perderne il senso, o il fascino

E qui arriviamo, o torniamo, di nuovo a Fibonacci.

Per quali motivi Fibonacci è noto nella storia della matematica, oltre che per i numeri della sua sequenza?
A proposito dei numeri di Fibonacci, è interessante osservare che se si procede nella sequenza e si eseguono i quozienti di due numeri successivi, si ottiene, via via sempre meglio approssimato, il numero di quella che è chiamata "sezione aurea": 1 + radice di 5 fratto2).



BC: AB=AB: AC

Questo "uno più radice di cinque mezzi" è ciò che, secondo anche l'estetica classica - l'estetica greca - rende gradevole un rettangolo. Se io disegno un rettangolo qualsiasi, esso può risultare troppo "schiacciato" o troppo "quadrato"; se invece, nel rapporto tra i due lati, mi approssimo ai valori della sezione aurea, il rettangolo acquista dimensioni percepite come "belle" (BC: AB=AB: AC).

Ecco: stranamente, questo numero "x" è approssimato successivamente da due numeri consecutivi della serie di Fibonacci. In questo caso io avevo detto che le due spirali erano rispettivamente 13 e 8. Tredici ottavi è una buon approssimazione di 1 più radice di cinque mezzi!

Tornando comunque al nostro problema: Fibonacci perché è famoso?

Se riuscirete a seguirmi in questo, penso che la mattinata

non l'avrete sprecata e io potrò ritenermi soddisfatto.

Fibonacci ha tradotto per l'Occidente un trattato dall'arabo importandovi appunto i numeri all'Occidente Indo-arabi[2]

Che cosa c'è dunque di importante nei numeri arabi rispetto ai numeri romani? Che cosa c'è di importante nella notazione dei numeri arabi tale da renderla migliore di altri sistemi?

Certamente con i numeri romani sarebbe stato molto difficile eseguire le moltiplicazioni di prima. Qualcuno, anche lì nella poesia di Trilussa, avrà capito che ad un certo punto vien fuori questo zero: lo zero ha una importanza fondamentale. Per l'appunto furono gli Arabi a utilizzare per prini lo lo zero... In realtà non lo inventarono loro, ma gli Indiani: infatti un califfo, al-Mansūr, dopo aver fondato la città di Bagdad (città tristemente famosa negli ultimi anni, ma che se in quel momento della storia non fosse esistita, forse oggi la nostra civiltà non ci sarebbe neppure), chiamò nella sua città[3] tutti i sapienti dell'epoca – siamo più o meno nell'VIII secolo - , tra cui anche i matematici indiani, che portarono con sé lo zero.

Cosa c'è dunque di interessante nella notazione dei numeri indo-arabi, rispetto ai numeri romani?

---

2 « Novem figure indorum he sunt 9 8 7 6 5 4 3 2 1. Cum his itaque novem figuris, et cum hoc signo 0, quod arabice zephirum appellatur, scribitur quilibet numerus, ut inferius demonstratur. » « Le nove cifre degli indiani sono queste: 9 8 7 6 5 4 3 2 1. Con queste nove cifre, e con questo simbolo: 0, che in arabo si chiama *zephir*, si può scrivere qualsiasi numero, come si vedrà più avanti. »(LEONARDO FIBONACCI, *Liber abaci*, inizio del primo capitolo)]

3 Durante il califfato di al-Ma'mun giunse a Bagdad il *Siddantha*, un trattato di astronomia scritto da Brahmagupta circa un secolo prima. Al suo interno erano contenute le dieci cifre compreso lo zero, detto *sunya*, che significa vuoto. Tradotto in arabo, *sunya* divenne *sifr*, che, tradotto in latino, diventò *zephirum*; in italiano, infine, si passò da zefiro a zero. Da *sifr*, invece, deriva "cifra". Alcuni secoli dopo il testo fu tradotto dall'arabo in latino e le cifre furono conosciute in tutto il mondo, e ribattezzate *cifre arabe.*

La notazione dei numeri indo-arabi è una notazione "posizionale": ciò che conta è la posizione della cifra...

Tra l'altro la stessa parola "cifra", che deriva dall'arabo *sifr*, e a sua volta deriva dall'indiano *sunya*, vuol dire proprio "zero". Nel Seicento i numeri non è che fossero stati del tutto digeriti, e lo stesso Shakespeare , quando viene il momento di dire che qualcosa è una nullità, dice "è una cifra": "It's the cypher". La cifra è ancora lo zero!

Insomma: ciò che conta qui è la notazione posizionale, mentre i Romani usavano una notazione solo un po' più evoluta di quella del bambino dell'età della pietra, quello della canzone dello Zecchino d'oro che si chiamava Gugù. Per scrivere duemilaundici il bambino dell'età della pietra doveva fare duemilaundici aste: pensate se avesse dovuto scolpirle sulla pietra (ecco il motivo delle cartelle pesanti anche nell'antichità preistorica!).

I Romani avrebbero scritto MMXI. (Questo tuttavia è un esempio che non va tanto bene, poiché anche i Romani in questo specifico caso sarebbero riusciti a scrivere il numero con una quantità limitata di segni...). Ma supponete che dovessero scrivere 3333: MMMCCCXXXIII.

Qui la differenza con i numeri indo-arabi è abbastanza evidente: da una parte si usa una notazione posizionale, dove il posto della cifra dà il valore; dall'altra si usa una notazione "additiva": tutte le volte bisogna sommare MMM, CCC, ecc.

Cos'ha di buono questa notazione posizionale, perché è migliore?

Essa ha un pregio non indifferente, uno dei grandi pregi che la matematica condivide peraltro con le battute di spirito, la peggior battuta di spirito essendo infatti quella che non finisce più (quando uno racconta una barzelletta, deve farla breve, non può tirarla troppo in lungo!).

Bene: la cosa più straordinaria dei numeri indo-arabi è il fatto che essi costituiscono il modo più conciso per scrivere un numero!

Pensate: il povero Gugù avrebbe dovuto tracciare duemilaundici stanghette, o tremilatrecentotrentatré; il povero Caius Sempronius per scrivere 3333 avrebbe dovuto scolpire dodici simboli; il piccolo ragazzino indiano solo quattro! Già qui c'è una grandissima intuizione matematica. Forse alcuni di voi già conoscono questa funzione matematica...

Se io vi chiedo a bruciapelo:

- Quante cifre occorrono per scrivere un numero?

- Quattro? No: quattro sono le cifre che servono per scrivere 2011...

- Dieci? No, no: ci sono numeri che non impiegano tutte e dieci le cifre.

A proposito: quello che vi presento ora è un bel libro. Tra l'altro io sono anche membro dell'*Oplepo*, ossia l'*Opificio di letteratura potenziale*, dove tutto sommato si gioca con la letteratura e la matematica.

Uno dei grandi dell'Oplepo, molto più grande, ovviamente, di me, fu Italo Calvino, che appunto era anche uno di questi che si divertono a giocare con i "vincoli forti".

Si potrebbe pensare che i vincoli inducano a produrre della pessima letteratura: ma ciò non è vero! Anche Dante, tutto sommato, ha usato dei vincoli molto precisi: per esempio ha scritto tutta la *Divina Commedia* in endecasillabi...

Questo libro, dicevo, è l'opera di uno scrittore francese, che forse un giorno incontrerete, che si chiama Raymond Quenau e che scrisse dieci sonetti: dieci poesie, dunque, ciascuna delle quali si compone di quattordici versi. Prima e seconda strofa quattro versi, terza e quarta tre versi.

Cosa fece Raymond Quenau? Scrisse dieci sonetti tutti con le stesse rime (ABAB ABAB CCD CCD), e dette forma a un'idea particolare: tagliò ciascuna pagina in modo che ciascuna riga fosse separata dalle altre e potesse diventare uno dei versi di uno qualsiasi dei sonetti"

Alla fine: il libro si intitola *Cent mille milliards de poèmes*, *Cento mila miliardi di poemi*. Lui ne ha scritti dieci, ma l'uso delle... forbici ha prodotto un numero di poesie pari a dieci alla quattordicesima! (cento mila miliardi, appunto: un uno seguito da quattordici zeri).

Questo è un libro molto più facile da scrivere che da leggere: per leggerlo ci vorrebbe un tempo pari a tutta l'età dell'universo!

A proposito, sempre per parlare di numeri dell'universo: quanto viene stimata l'età della Terra? Sì, quattro miliardi e mezzo di anni. La vita è nata più o meno tre miliardi, tre miliardi e mezzo di anni fa.

Qui siamo nell'ordine dei cento mila miliardi; anche se uno leggesse un sonetto all'ora, non potrebbe bastargli l'intera età della Terra per finire il libro (pensando che in un anno ci sono in media 8766 ore, cento mila miliardi diviso le ore dell'anno fanno circa undici miliardi e mezzo di anni).

Su questi grandi numeri ecco un altro gioco che aiuta a cogliere quest'aspetto: è il gioco delle venti domande, che forse un giorno avete anche fatto. Si faceva quando si viaggiava in treno. Uno pensa a qualche cosa, che ne so alle "rotaie"...; l'altro ha a disposizione venti domande, alle quali chi ha pensato l'oggetto da identificare deve rispondere con un sì o con un no.

Voi credete che si possa sempre vincere oppure no? Sono venti domande...

Purtroppo... la risposta è sì: si può sempre vincere: ma in un modo che dà un fastidio enorme, perché la prima domanda che uno fa è:

- La parola cui hai pensato si trova nella prima metà di questo dizionario?

Se l'avversario dice di sì, la seconda metà viene esclusa dalla ricerca; se dice di no prendo in considerazione solo la seconda metà del dizionario!

La seconda domanda sarà analoga alla prima:

- La parola che hai pensato è nella prima metà di queste pagine? - Se dirà di no, io considererò soltanto il secondo quarto, in caso contrario la parola si troverà nel primo quarto... E così procedo, sempre dividendo per due, in modo

dicotomico.

Quante parole, con venti domande, sarò in grado di discriminare? Sono due alla ventesima potenza. Come prima avevo dieci sonetti di quattordici versi, con un numero di possibilità combinatorie di dieci alla quattordicesima, così ora ho la possibilità di discriminare alla fine due soli elementi partendo da più di un milione di parole.

La domanda è: - Cari signori, quante sono le parole del vocabolario? - Ecco un altro numero "del mondo", del mondo dei numeri... Ne abbiamo già considerati diversi: il numero degli uomini vissuti sulla terra, l'età dell'Universo...

Questo è un altro numero davvero affascinante: il numero delle parole.

- Quante sono le parole che voi conoscete? Dite che ce la facciamo con un milione? Quante ce ne saranno nel vocabolario? - Guardate: anche l'*Oxford Dictionary*, venti volumi di quella che è stimata come una delle lingue più ricche di parole al mondo (con una miriade di parole scientifiche), l'inglese, arriva più o meno a cinquecentomila parole...

Questa è la statistica: le settantacinque parole più usate vengono utilizzate nel quaranta per cento dei casi! Il novantanove per cento delle parole che noi usiamo sono meno di trentamila. Per leggere un giornale si stima che siano sufficienti alcune migliaia di parole. Più o meno il settanta per cento delle parole che noi usiamo sono soltanto milleduecento. Naturalmente nella lettura di un giornale ci si può imbattere in alcune parole particolari che dobbiamo capire dal contesto o che dobbiamo magari andare a guardare nel dizionario... Con un milione di possibilità, le venti domande sono ben più che sufficienti per arrivare a stabilire l'oggetto misterioso del gioco.

Penso che questo sia un discorso molto profondo: il discorso della "crescita esponenziale"... Tante volte si sente dire questa parola... "Ieri c'erano quattro persone in via Roma, oggi ce ne sono quindici...: una crescita esponenziale!"

È chiaro che questo è un uso assolutamente sbagliato del termine. Una crescita è qualcosa che si "perpetua". Se io vi cito solo alcuni numeri non potete pensare a una "crescita" esponenziale! È però comunque una buona idea! Anche se come vedete quello che ci sta sotto, qui, non è tanto l' "esponenziale" quanto l'operazione inversa, l'anima dell'informatica (io tra l'altro sono anche un informatico), l'essenza dell'informatica. Ciò che l'informatico cerca è un modo conciso per fare le cose, trovare un modo che sia l'inverso della crescita esponenziale. La scoperta delle cifre indo-arabe è in tal senso una delle più grandi scoperte dell'umanità: non ci sono modi più concisi per esprimere una quantità. Questo numero minimo è appunto l'inverso di una "funzione esponenziale". In questo caso io userò una parola che forse avete sentito o forse no, e che comunque tutte le volte spaventa un po' chi non è un matematico, fa tremare un po' le vene ai polsi... Ma in realtà, se pensate che questa parola non indica altro che le cifre che vi servono per scrivere un numero, converrete che si tratta di qualcosa di assolutamente familiare: questo oggetto misterioso, l'inverso della crescita esponenziale, è la *crescita logaritmica*, è il *logaritmo*.

Tutto quello che fa un informatico quando cerca un algoritmo molto efficiente, quando cerca una procedura valida, è riprodurre quello che era riuscito ai matematici arabi e indiani mille-duemila anni fa: trovare un modo compresso per fare qualche cosa, inventarsi un logaritmo.

Questo logaritmo – che poi è anche l'anagramma di *algoritmo*, ma che non c'entra assolutamente nulla, poiché la parola ha tutt'altra origine [4] -, questo "dividere sempre per" due, è una procedura molto molto frequente in informatica

[4] Tornando a Bagdad, nell'ottavo secolo dopo Cristo, uno dei matematici era proprio Muhammad ibn Mūsa 'l-Khwārizmī, il quale scrisse un libro sulla risoluzione delle equazioni di primo grado, che iniziava dicendo "*al-djabr*...", che voleva dire "spostare", e che, come potete vedere, dà origine alla parola "algebra". Questo grande matematico arabo ci ha regalato ben due parole che fanno parte della nostra vita: una è "algoritmo", dal suo nome, l'altra è "algebra". Difficile, per un matematico di oggi, raggiungere lo stesso grado di "successo mediatico"!

e in matematica. Sotto sotto, non si fa altro che riprodurre, cambiato il contesto, la notazione dei numeri arabi.

A questo punto sono le dodici, vi ho parlato di tante cose: non mi dispiacerebbe se qualcuno mi facesse qualche domanda. Anche perché me ne basta una, e poi... so tirare avanti!

Per esempio potrei porvi un problemino, un problemino che avevo posto a Briatore quando andavo da Fazio.

A Briatore ho chiesto: - Supponiamo che la sua automobile faccia i primi cento giri a cento all'ora. Poi finalmente i meccanici scoprono un difetto e i secondi cento giri li fa a trecento all'ora. Qual è la velocità media della macchina? Se ce n'è una che fa tutti i duecento giri a centosessanta, arriva prima o arriva dopo?

La cosa risulta anche abbastanza istruttiva per quelli che fanno le forti accelerazioni in città.

Ebbene: è meglio andare in bici senza vento che fare l'andata in favore e il ritorno con il vento contrario: la macchina che arriva prima è quella che fa costantemente i centosessanta giri all'ora[5].

Sapete qual è il motivo? (tra l'altro, devo dire che Briatore mi seppe rispondere correttamente affermando subito che era meglio la seconda macchina). Il motivo è che voi andate veloci, ma per un periodo di tempo non proporzionato al periodo di tempo nel quale andate lenti. È per questo motivo che la cosa risulta istruttiva per tutti gli automobilisti: spesso costoro non pensano alla strada che devono fare, ma prima si imbottigliano e poi fanno delle forti accelerate. È del tutto inutile: è meglio scegliere una strada che permetta di mantenere la velocità media più alta anziché pensare di poter recuperare con sorpassi

[5] Per ottenere la velocità media bisogna calcolare la media armonica delle velocità, non la semplice media aritmetica, e la media armonica è il reciproco della media aritmetica dei reciproci. Quindi non 100+300 diviso due (che fa 200), ma il reciproco di 1/100 + 1/300 diviso due: 4/300 diviso 2 = 0,00666; il reciproco di 0,00666 è 1/0.00666 = 149, 99999...

e sgommate!

Ma vi voglio sottoporre un altro problemino: di fisica, questa volta. Supponete di avere un bicchiere d'acqua. Qui dentro, a un certo punto, ci mettete un cubetto di ghiaccio. Come sapete, il ghiaccio, pesando di meno, galleggia fuoriuscendo in parte dall'acqua[6] (si parla spesso, infatti, della "punta dell'iceberg"!)

Dopo un po' – fa caldo – il ghiaccio si scioglie. Anzi: no, fonde! (quando mi capitò di dirlo in tivu, immediatamente Mercalli mi prese in giro in tutta Italia: -Si scioglie lo zucchero, non il ghiaccio!)[7].

Ebbene: la domanda è la seguente: il livello dell'acqua alla fine sarà salito, sceso, o rimarrà uguale?[8]

Si dice che Einstein stesso - Albert Einstein, il celebre fisico - avesse scritto un famoso articolo perché un giorno, quando sua moglie offrì il tè alle sue amiche, aveva osservato che quando si mescolava le foglioline andavano sul bordo e quando si smetteva di mescolare tornavano a disporsi al centro. L'occhio dello scienziato, anche di fronte a delle foglioline di tè sospese nell'infuso, non restava inerte

[6] "L'acqua solidificando aumenta di volume; ciò è dovuto al fatto che le molecole si dispongono stabilmente in un reticolo di cristalli secondo una struttura geometrica esagonale, nella quale gli spazi fra molecola e molecola sono maggiori di circa l'8,7% rispetto a quelli tra le molecole allo stato liquido. Quindi, se facessimo ghiacciare un litro d'acqua liquida (1000 cm^3 = 1 dm^3) otterremmo un blocco di ghiaccio dal volume di circa 1.087 cm^3. Tale blocco potrebbe essere un parallelepipedo a base quadrata con lato di 10 cm e con altezza di cm 10,87. Se messo in acqua, tale blocco galleggerebbe emergendo dal livello dell'acqua per circa 9 millimetri". (fonte: Alessandro Gelagi in: http://www.vialattea.net/esperti/php/risposta.php?num=9708).

[7] Il passaggio dallo stato solido a quello liquido si definisce *fusione*. Lo scioglimento è piuttosto un fenomeno chimico: nello zucchero che si scioglie le molecole in qualche modo si legano per reazione chimica a quelle del liquido.

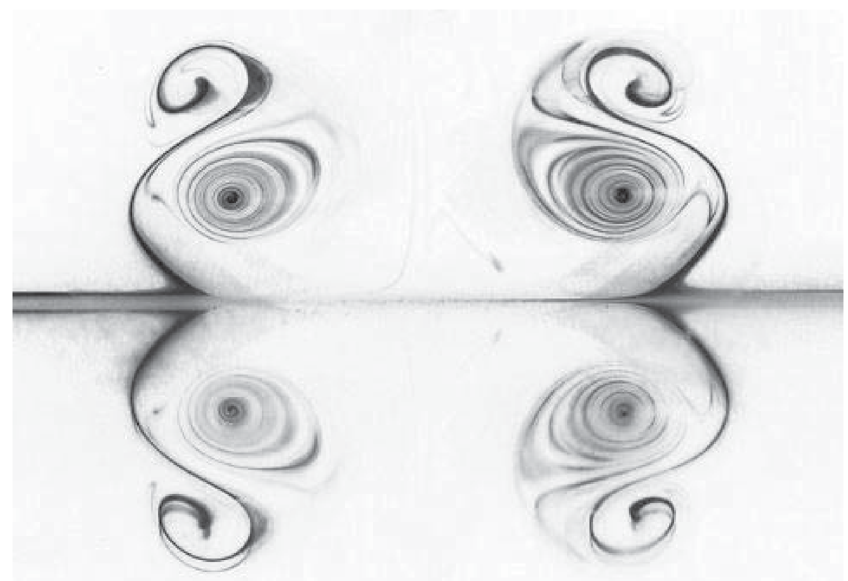
[8] "I blocchetti di ghiaccio che galleggiano in un bicchiere d'acqua, sciogliendosi, non fanno sollevare ulteriormente il livello del liquido" (cfr.: risposta di Mauro Carta, geologo, in http://www.vialattea.net/esperti/php/risposta_printable.php?num=7750).

ma si chiedeva se vi fosse una ragione per il loro comportamento.

Questi sono tutti grandi insegnamenti, e nel tè ci sono tanti aspetti interessanti: di dinamica dei fluidi, di vischiosità, e di altri problemi molto complessi, come quello dell'equazione della fluidodinamica (che forse, però, non è il caso di affrontare qua: è una delle equazioni che non si riesce a risolvere, ragion per cui non si riescono a costruire nel modo migliore gli aerei...) e via dicendo....

Ma... c'è qualche domanda...?

I vortici che si formano sotto le ali di un aereo immortalati da ricercatori della Cornell University (toni invertiti). In: http://blog.ilmatemagico.com



DOMANDE

Marco

Volevo chiederle se la matematica le è piaciuta da sempre oppure è stata una conquista progressiva...

Sì. Devo dire che io sono sempre stato curioso di tutto: per quello ho fatto poi il sindaco! Fare il sindaco è in effetti "sterminato"...

Certamente il metodo che insegna la matematica è un metodo prezioso. Per me, comunque, fu forse più la curiosità a spingermi verso la matematica. Poi ha influito il fatto che da ragazzo ho girato il mondo, nel senso che mio padre girava il mondo e io ero naturalmente al suo seguito. Ogni paio d'anni mi toccava cambiare città e lingua: l'unica cosa che sempre restava comprensibile era o la lingua di certi giochi – dove si trattava di eseguire il gioco, di comprenderne e applicarne le regole – o la lingua della matematica. Anche per questo motivo la matematica mi è sempre sembrata più universale delle altre cose.

Quindi: sì. Mi è sempre piaciuta. Ma ci sono stati anche momenti della mia vita in cui m'ha stufato! Come dicevo prima, tutto ha un residuo matematico, e bisogna scoprirlo. Tuttavia non bisogna immaginare che tutto si riduca alla matematica. C'è sempre qualcosa che sfugge: anche alla matematica.

E comunque i problemi più belli sono i problemi aperti, non i problemi risolti. Fare ricerca, andare a investigare è la vera emozione, non certo l'erudizione di chi si limita al sapere. Nella matematica dovete cercare certamente la curiosità e il metodo (che poi è il metodo scientifico, ma anche quello che prevede che i problemi siano posti con chiarezza): queste cose sono molto preziose e molto divertenti, perché ti aiutano ad affrontare qualunque problema.

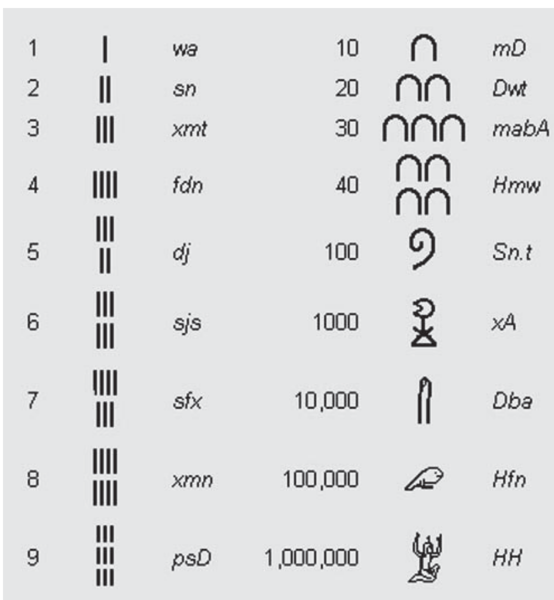
- Come faranno a gestire il bocciodromo? - Ecco uno dei problemi che in quanto sindaco dovrò a breve affrontare...

Quasi sempre io mi pongo davanti alle cose appunto come un matematico: “cerchiamo di inquadrare bene il problema”.

E tuttavia, lo ripeto, c’è sempre un residuo matematico, ma non tutto è risolvibile con la matenatica.

Gli antichi indiani, i *Veda*, pensavano che in realtà il mondo stesso fosse solo un residuo, che l’intero universo fosse un residuo di quello che appunto la divinità non era riuscita a rappresentare.

La matematica è dunque molto importante, e tuttavia non bisogna mai idolatrare niente.



Egitto:
numeri, grafia geroglifica e pronuncia

Celeste
C’è differenza tra la matematica e le altre scienze?

Certamente ogni disciplina ha le sue prerogative. Per esempio adesso che si fanno molti studi di generica e si parla spesso di codice genetico. Però se noi analizziamo il codice genetico, pensate a tutti questi progetti sul genoma, con uno spirito solamente matematico, alla fine tutte queste sfilze di nucleotidi...

Una volta il tribunale di Udine mi chiese se potevo dare una valutazione, fare una perizia, se un programma informatico era stato copiato da un altro. E mi davano il codice, che praticamente erano sfilze di zero e uno... Ma come si fa a ricostruire il precorso?

Ecco: la biologia genomica in realtà usa come metodi, come algoritmi, procedure che sono invece da millenni utilizzate dagli studiosi che si occupano di lettura di testi antichi, e cioè dai filologi. Usa dunque algoritmi “filologici”. La matematica serve certamente per alcune cose ma non serve per altre. Ogni disciplina ha le sue specificità.

Prima vi mostravo, nella pigna, questo fatto matematico delle spirali e delle sequenze di Fibonacci. Ma poi come si fa a giustificare che queste spirali siano così perfette: otto-tredici, otto in un verso, tredici nell’altro? La matematica in questo può aiutare a descrivere il problema in modo molto ma molto conciso, ma non può dare una spiegazione. L’osservazione naturale, anche in fisica, è fondamentale. La matematica aiuta a costruire i modelli. Se il modello è adeguato o non è adeguato a descrivere il fenomeno non lo dice la matematica.

Essa è certamente presente, ed è indispensabile: non si può più fare biologia, non si può fare nemmeno politica senza sapere la matematica!

Prima si parlava di statistiche. Una volta mi dissero: - Guardi che come sindaco ha perso in popolarità: è sceso di dieci posizioni!

Prima avevo, che ne so, il 52 per cento di gradimenti, poi ero andato al 51,5. Il giornale (peraltro il *Sole24Ore*, uno dei giornali più prestigiosi dal punto di vista proprio delle statistiche) aveva fatto tutta una graduatoria: prima risultavo poniamo al quarantesimo posto, poi ero scivolato al cinquantesimo...

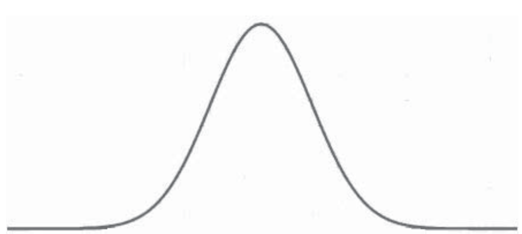
Ma io ho detto: - Guardate, si tratta di un sondaggio effettuato su un campione di seicento persone. Non significa assolutamente nulla!

In questi tipi di sondaggio, infatti, se la distribuzione delle risposte ha un andamento gaussiano[1], l'errore della stima rispetto al valore reale è pari a uno su radice di seicento, che corrisponde circa al 4%. Essere sceso di mezzo punto percentuale su una possibilità di errore del 4% non è assolutamente significativo. Il gradimento del 52% poteva essere in realtà già prima un gradimento del 48%, come del 56%...

Se andate a vedere (la cosa l'avevo fatta notare anche attraverso un articolo su una rivista che si chiama Wired), ora i sondaggi del *Sole24Ore* non danno più certi valori, che avrebbero come risultato solo quello di distribuire false certezze nei lettori.

---

[1] Tale andamento prende il nome da Carl Friedrich Gauss, studioso tedesco del diciannovesimo secolo che è considerato "uno dei più grandi matematici di tutti i tempi". Fra i suoi molti studi c'è la definizione della "distribuzione gaussiana degli errori" (o "variabile casuale normale") che si traduce graficamente in una "curva a campana".



La matematica è indispensabile, anche nei sondaggi, anche nella politica. Ma bisogna capire il significato dei numeri, riuscire a interpretarli. La matematica è diversa, certamente, da tutte le discipline, come ogni disciplina lo è dalle altre. Salvo che, se vogliamo fare dei modelli formali rigorosi, la matematica è indispensabile.

La prima cosa che feci quando mi candidai a sindaco, fu quella di andare a leggere come dovevano essere calcolate le preferenze per il consiglio comunale assegnate dagli elettori. C'è un metodo, che si chiama metodo Dont (un matematico belga del XVII secolo) che non è esattamente lo stesso metodo con il quale si assegnano le preferenze negli USA. Nel nostro sistema c'è implicitamente un piccolo premio di maggioranza. Insomma: la matematica come vedete è sempre indispensabile, anche per non farsi pigliare in giro. Però c'è una bella differenza tra disciplina e disciplina.

Studiare la matematica?

Quando uno deve fare una scelta importante, come per esempio decidere quale scuola superiore affrontare, o quale percorso universitario intraprendere, deve scegliere ciò che più gli piace.

Non si deve scegliere sulla base di una previsione di quale potrà essere l'occupazione, il lavoro, ecc. Tra l'altro anche lì c'è una certa variabilità

Se voi fate ciò che più vi piace, lì potete essere più creativi; e in questa nostra epoca c'è molto, molto bisogno di creatività e molto, molto bisogno di innovazione. Non esiste la panacea, l'uovo di colombo: bisogna soprattutto essere creativi: quindi il mio consiglio è di fare ciò che in fin dei conti stimola di più; e non studiare le risposte ma studiare i problemi.

A quale problema vi piace pensare di più? Interrogatevi e poi fate quello che potete per approfondire questo vostro naturale senso di curiosità.

Angelo

Com'è che delle figure finite, come un triangolo equilatero o un quadrato, celano al loro interno dimensioni "irrazionali", dunque "infinite", come l'altezza o la diagonale?

L'altezza del triangolo equilatero non è commensurabile con il lato, come del resto non sono commensurabili la diagonale e il lato del quadrato, o il raggio e la circonferenza.

I Greci addirittura rimasero scioccati da questo fatto. I Pitagorici pensavano, partendo dalla musica, che tutto si potesse esprimere come rapporti di numeri interi. Poi quando, appunto, trovarono che la lunghezza di una diagonale di un quadrato non si riusciva ad esprimere come un rapporto di numeri interi, poiché se il lato è 1 essa è radice di 2, per molto tempo non vollero nemmeno dirlo: la cosa faceva crollare la loro visione "perfetta" (ma semplicistica) del mondo.

Ma c'è di "peggio"! Questo è ancora un numero algebrico. Se si prende il rapporto tra il raggio e la circonferenza – e qui parliamo appunto di pi greco – il rapporto non solo non è razionale, ma non è nemmeno algebrico: è addirittura un numero che si chiama "trascendente", dove non c'è nessun modo per esprimerlo come soluzione di un'equazione algebrica!

La complessità si trova molto presto nella matematica, la domanda può solo dar seguito a risposte "descrittive"sullo stato delle cose. È così: l'altezza del triangolo equilatero e il suo lato sono entrambi finiti, semplicemente non c'è rapporto di misurabilità reciproco...

Marcello

È più facile, per un sindaco laureato in matematica, tenere in ordine i conti di un Comune?

Io penso che, come dicevo, la matematica sia un ottimo metodo. Quando voglio vedere se ho raggiunto un obiettivo, per esempio. Il numero dei posti degli asili nido della città di Udine sono sufficienti oppure no? Allora vado a vedere quello che è lo standard europeo, e tale standard mi dice che il numero di posti dovrebbe essere attorno al 33% del numero dei bambini nella fascia da zero a tre anni. Nel mio caso sono circa duemila, duemiladuecento. Quest'anno sono riuscito ad avere circa settecentocinquanta posti negli asili nido: dunque lo standard l'ho raggiunto...

In questo senso, per misurare cioè gli obiettivi, effettivamente la matematica è sicuramente utile!

Pietro

Come si fa a dire che la matematica è una scienza esatta quando si può influenzare la realtà con calcoli e ragionamenti "per assurdo" (vedi per esempio il filmato iniziale)?

Beh, vedi, nel filmato visto prima c'erano alcune considerazioni abbastanza sottili. Vale la pena capire cosa ci sta sotto. L'ultima, soprattutto, sul principio d'induzione, e io lo faccio sempre a lezione, all'Università: faccio quasi l'esempio che avete visto. Dimostro che tutti i numeri sono uguali, mentre lì si dimostrava che tutti gli uomini sono senza orecchie!

Dimostro che tutti i numeri sono uguali proprio per mostrare che in realtà è facile, se non si sottopongono a verifica le cose, illudersi di aver trovato la soluzione mentre la dimostrazione risulta errata. Anche questo è un profondo insegnamento della matematica. Alla fine chi dice che la dimostrazione è corretta? Si dice che la matematica è assoluta, è tutta verità... Ma chi dice che la dimostrazione è corretta?

Lo dicono soltanto degli altri matematici, degli altri uomini, che sottopongono a verifica la dimostrazione e che se non sono convinti dicono: –Ma no, scusa, qui non mi torna!

Dunque c'è sempre una dimensione sociologica nella matematica. Questo non vuol dire che le verità matematiche siano influenzate dalla sociologia: questo vuol dire che per esempio il povero Robinson, che si trovava sull'isola da solo, non avrebbe potuto veramente fare matematica, perché magari avrebbe potuto illudersi di aver trovato una dimostrazione, ma questa avrebbe potuto in realtà essere sbagliata. Cosa che è capitata a tanti matematici fino a quando altri non gliel'hanno guardata.

La matematica influenza o condiziona il mondo? In realtà è il mondo che condiziona la matematica: riconoscere che una dimostrazione è vera

Per esempio c'è questo premio di un milione di dollari per chi risolve il problema, che vi ho citato prima, sulla compattazione delle arance: e una dimostrazione c'è. Se nessuno entro cinque anni riuscirà a trovare un errore nella dimostrazione prodotta, il premio sarà aggiudicato.

Ma comunque c'è un fatto sociale, sociologico. Cosa che si ritrova anche in tante altre dimensioni della filosofia: comunque c'è una condivisione sociale. Il matematico da solo non esiste, esiste solo all'interno di una comunità di altri matematici. Comunque la matematica spesso influenza la realtà: come abbiamo visto prima nella statistica, ma anche in altri campi. Un sindaco, un amministratore che deve presentare i propri bilanci, se ha avuto una diminuzione in valore assoluto ma un incremento in percentuale cita l'incremento percentuale; se invece ha avuto un incremento in valore assoluto ma una diminuzione in percentuale, allora cita l'incremento registrato: in effetti non bisogna credere troppo a chi utilizza la matematica soltanto come strumento per persuadere e condizionare gli altri.

Su questo ci sarebbe da parlare a lungo, sui tentativi di manipolazione che vengono fatti con i numeri e con la statistica, ma forse bisognerebbe cominciare un'altra... conferenza!