

Le origini del calcolo digitale – 1

Epistemologia, Deontologia ed Etica dell'Informatica
Storia dell'Informatica e della Comunicazione Digitale

Federico Gobbo

federico.gobbo@uninsubria.it

CRII – Centro di Ricerca “Informatica Interattiva”

Università dell'Insubria, Varese–Como

© Alcuni diritti riservati.

A.A. 2010-11

I tre fattori dell'innovazione tecnologica

Primo: le **idee**. Le idee sono sempre veicolate da persone, e per questo motivo vedremo alcuni dati biografici degli uomini (e donne) che hanno fatto la storia dell'informatica e della comunicazione digitale. *Fattore endogeno.*

I tre fattori dell'innovazione tecnologica

Primo: le **idee**. Le idee sono sempre veicolate da persone, e per questo motivo vedremo alcuni dati biografici degli uomini (e donne) che hanno fatto la storia dell'informatica e della comunicazione digitale. *Fattore endogeno.*

Secondo: i **media**. I media sono i supporti di concretizzazione delle idee destinati a emettere, preservare o ricevere i messaggi. Noi vedremo il caso speciale dei media digitali. Vedremo che le idee spesso vengono prima dei supporti tecnologici. *Fattore esogeno.*

I tre fattori dell'innovazione tecnologica

Primo: le **idee**. Le idee sono sempre veicolate da persone, e per questo motivo vedremo alcuni dati biografici degli uomini (e donne) che hanno fatto la storia dell'informatica e della comunicazione digitale. *Fattore endogeno.*

Secondo: i **media**. I media sono i supporti di concretizzazione delle idee destinati a emettere, preservare o ricevere i messaggi. Noi vedremo il caso speciale dei media digitali. Vedremo che le idee spesso vengono prima dei supporti tecnologici. *Fattore esogeno.*

Terzo: il **contesto sociale**. È determinato storicamente: quando e dove sono sorte le idee? Quali i supporti disponibili? Vedremo che le idee nel “farsi tecnologia” devono farsi accettare nel sistema dei media, travestendosi (legge della carrozza senza cavalli). *Fattore esogeno.*

Perché supporti esterni al calcolo? I *calculi*

L'attività di calcolo richiede garanzie di correttezza e capacità di memorizzazione dei risultati, e la mente non basta. Il primo ausilio artificiale al calcolo è il *calculus*, in latino 'pietruzza', 'ciottolo' (pensate per esempio ai 'calcoli renali').

Le pietruzze venivano collocate sulla sabbia o su supporti più duraturi e trasportabili come una tavoletta, su linee successive rappresentanti i diversi ordini.

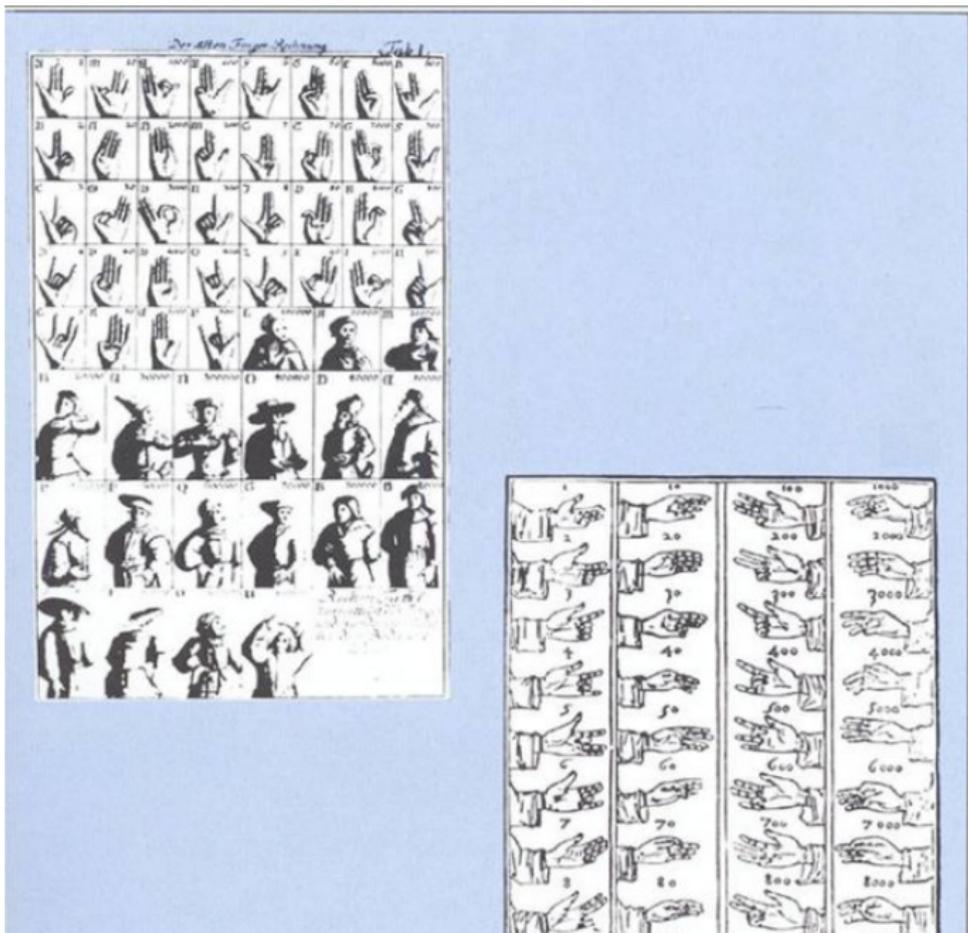


Le dita come supporto al calcolo

‘Digitale’ deriva da dito. Le dita delle mani possono indicare i numeri in maniera anche molto sofisticata: gli egizi riuscivano a rappresentare i numeri naturali da 1 a 9.999 con le sole dieci dita.

Il fatto che gli esseri umani abbiano dieci dita e l’uso del sistema decimale non sono elementi correlati biologicamente: nella storia diverse culture hanno usato una notazione posizionale diversa dalla base dieci.

Dal *Summa de Arithmetica* di Luca Pacioli, 1494

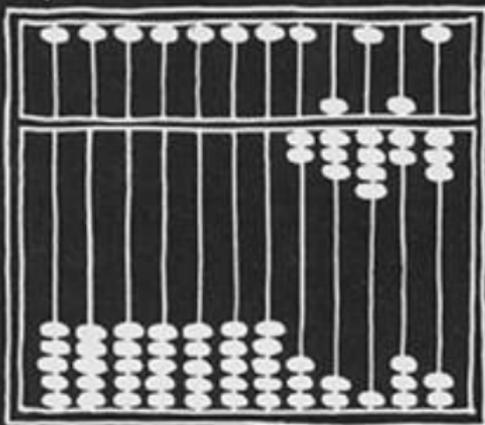


Cronologia sommaria dell'abaco

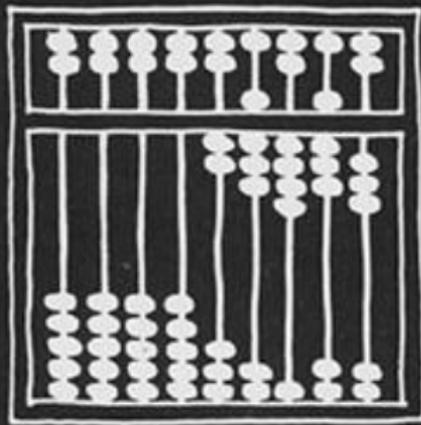
La parola 'abaco' deriva dal greco *abaks*, a sua volta preso dal semitico *abaq*, 'sabbia' o 'polvere'.

- abaco babilonese (2000 a.C.)
- abaco greco (VI sec. a.C., menzionato da Demostene)
- tavoli di Salamina (300 a.C.)
- scacchiera cinese (200)
- apices (gettoni di corno romani, 500)
- Quipu inca (1000)
- Swan pan (abaco cinese, 1200)
- Soroban (abaco giapponese, 1500)
- Schoty (abaco russo, 1600)

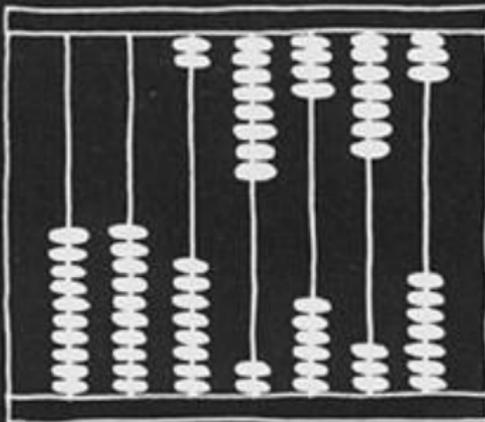
Japanese



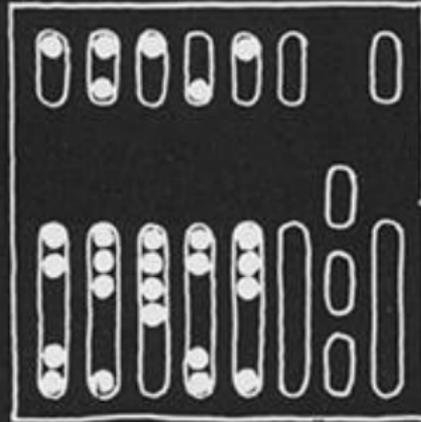
Chinese



Russian



Roman



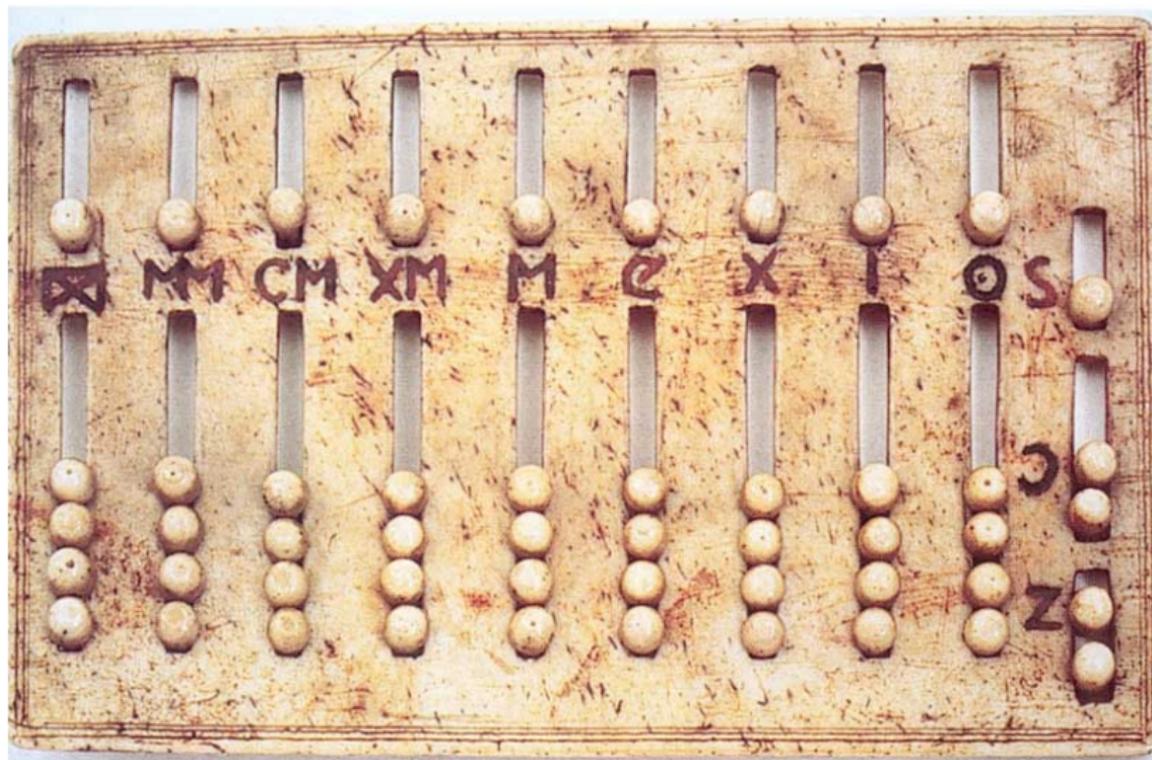


Figura: Abaco romano

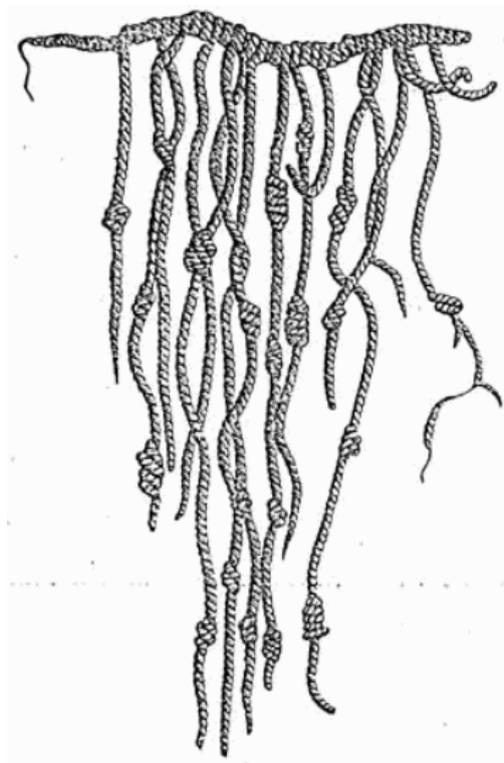


Figura: Abaco inca

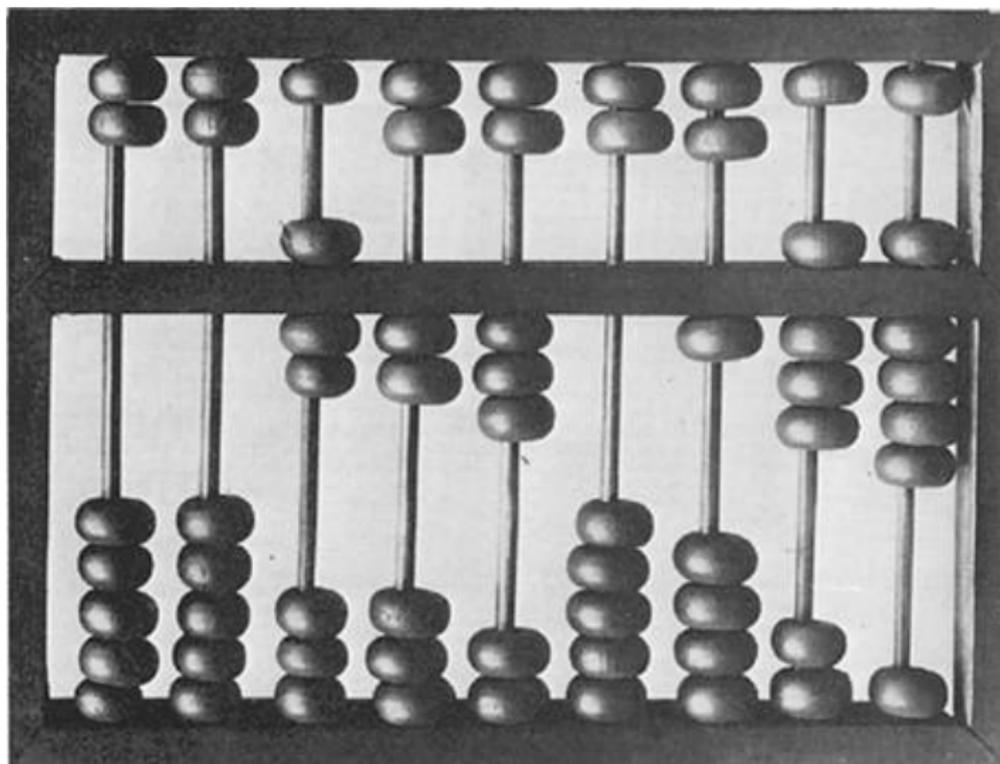


Figura: Abaco cinese

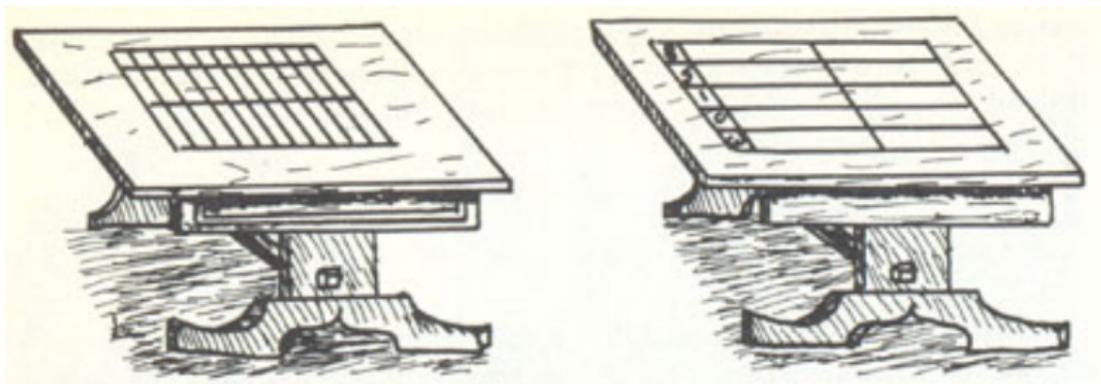


Figura: Abachi da tavolo rinascimentali

Il calcolatore piú longevo della storia

Nel 1946 si tenne a Tokyo un torneo tra un abachista giapponese (Kiyoshi Matsuzaki) e una calcolatrice da ufficio; durato due giorni, vinse l'abachista (Yoshino 1963:vi).

Nel 1957 i Russi usarono l'abaco per alcuni calcoli necessari al lancio nello spazio dello Sputnik (Guedj 1997:147).

Ancora oggi in Giappone il *soroban* viene usato normalmente alle scuole elementari per imparare a far di conto e nelle regioni rurali della Cina.



Figura: Abachista moscovita, grandi magazzini GUM, 1958

Al-Khwarizmi

Dopo la caduta dell'Impero Romano d'Occidente la tradizione del sapere matematico greco viene conservata dagli arabi, a cui dobbiamo le cifre che usiamo oggi e il concetto di zero.

Il matematico arabo Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi (Mohamed figlio di Moses nativo di Khowarizm, oggi Khiva, Uzbekistan) scrive attorno all'825 un libro di compendio sul calcolo mediante costruzione e riduzione, intitolato 'al-Kitàb al-mukhtasar fi hisab al-jabr wa'l-muqàbala'.

Francobollo commemorativo



La doppia natura degli algoritmi

L'opera di Al-Khwarizmi descrive in modo formale e generale le regole per eseguire le operazioni sulle rappresentazioni decimali dei numeri interi, coniugando l'approccio babilonese (algebrico), di tipo pratico, e l'approccio euclideo (geometrico), di tipo formale.

I primi esempi di algoritmi . . . risalgono ai primordi della matematica. Sia la formula algebrica babilonese per la risoluzione dell'equazione di secondo grado, sia le costruzioni geometriche greche con riga e compasso, posseggono infatti quelle proprietà di calcolabilità e costruibilità presenti nel titolo del libro di Al Khwarizmi, e caratteristiche della nozione di algoritmo (Odifreddi 2003:239).

La doppia natura di ogni algoritmo è una caratteristica fondamentale dell'informatica.

Leonardo da Pisa, detto Fibonacci

L'opera di Al-Khwaritzmi fu divulgata in occidente da Leonardo da Pisa, *Filius Bonacci*, figlio di Bonaccio, da cui 'Fibonacci', nel *Liber Abaci* (1202), in cui introduce in Europa le cifre arabe, l'abaco, la partita doppia, e naturalmente i numeri di Fibonacci.

Il nome Al-Khwaritzmi viene latinizzato in *algorismus* da cui la parola 'algoritmo'. Dalla parola 'al-jabr' del titolo del libro arabo deriva il nostro termine *algebra*. Entrambi i termini li dobbiamo a Fibonacci.

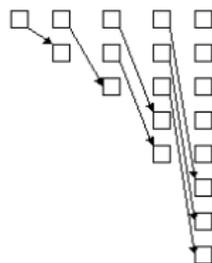
Ritratto di Fibonacci



Detour: i numeri di Fibonacci

Quanti conigli produce una coppia di conigli in un anno, assumendo che ogni mese una coppia procrei un'altra coppia che è fertile dal secondo mese in poi e che i conigli non muoiano mai?

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
f_n	0	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144	233	377



...	$>10^6$...	$>10^9$...	numero di 209 cifre
...	30	...	37	...	1000

Figura: I numeri di Fibonacci

La successione dei numeri di Fibonacci

La successione: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, ... può essere rappresentata con una doppia ricorsione in un linguaggio di programmazione (esempio in C):

```
int fib(int n)
{
    if (n==0 || n==1)
        return n;
    return fib(n-1) + fib(n-2);
}
```

oppure con un'espressione algebrica, attribuita al matematico francese Binet (1843), ma già nota ad Eulero, Daniel Bernoulli e de Moivre:

$$F_n = \frac{(1 + \sqrt{5})^n - (1 - \sqrt{5})^n}{2^n \sqrt{5}}.$$

Figura: Equazione di Binet

Numeri di Fibonacci e proporzione aurea

Questa proporzione appare controintuitiva ma la ritroviamo nella **proporzione aurea**: il rapporto perfetto, divino, già presente in natura, riportato negli *Elementi* di Euclide, nell'architettura classica e ripreso nel Rinascimento italiano.

Piero della Francesca nel *Trattato d'Abaco* espone i procedimenti matematici che usano la proporzione aurea, che avrà grande successo in architettura.

Nautilus al compasso

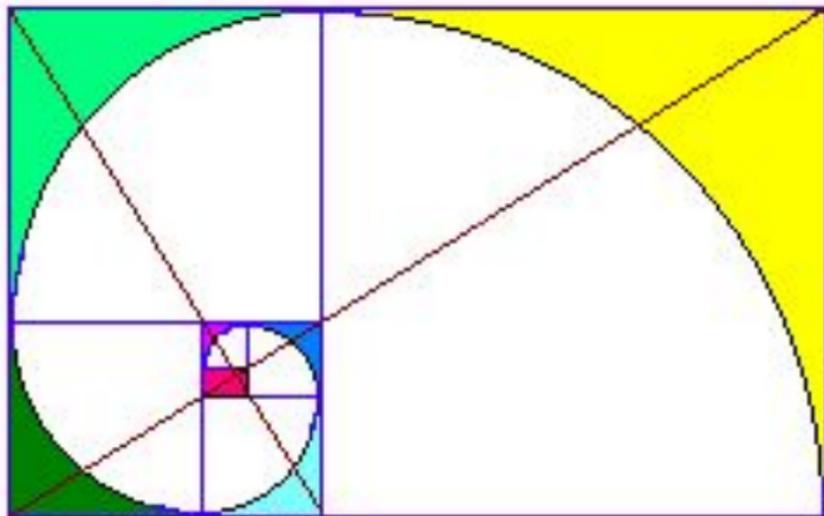
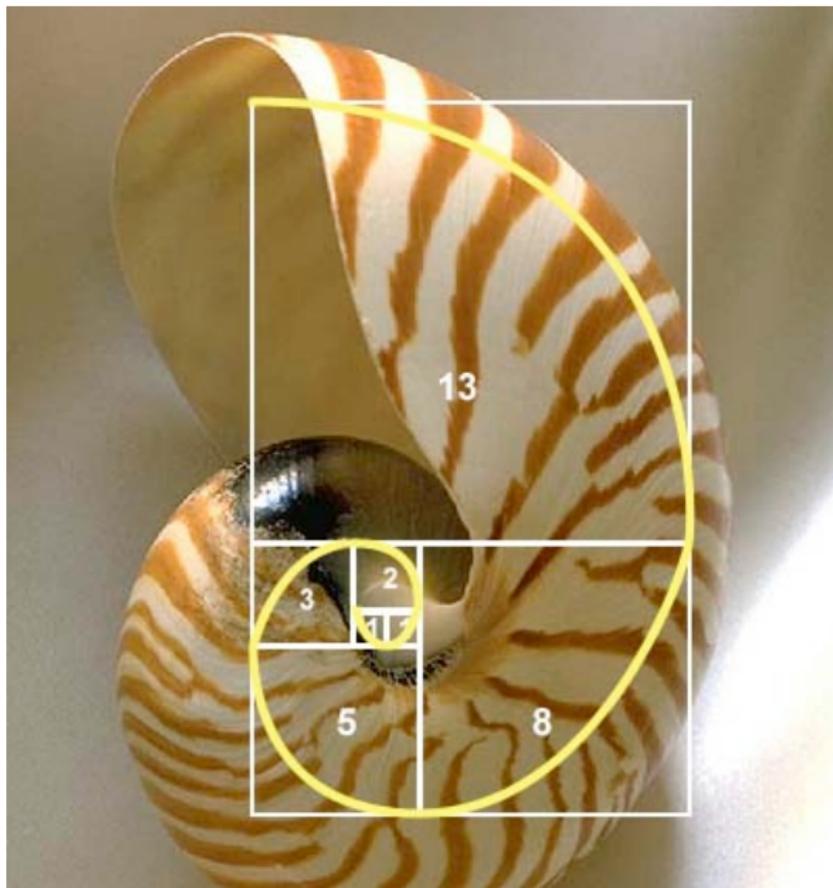


Figure 1

Figura: Nautilus al compasso

Nautilus in natura



Fibonacci nell'orecchio...

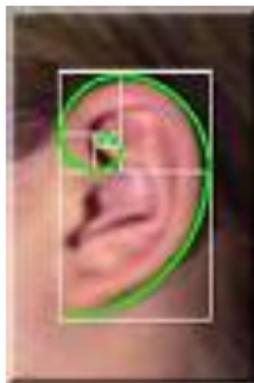


Figura: Fibonacci nell'orecchio...

Fibonacci nelle galassie. . .

Whirlpool Galaxy • M51



Hubble
Heritage

NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • Hubble Space Telescope ACS • STScI-PRC05-12a

Fibonacci sulla Mole Antonelliana



Figura: Fibonacci sulla Mole Antonelliana

Perché una storia della logica del pensiero

In parallelo al bisogno di avere supporti esterni al calcolo come l'abaco, l'uomo ha sentito l'esigenza di rendere rigoroso il ragionamento umano, per eliminare le possibili fallacie del ragionamento nei passaggi dalle premesse alle conclusioni.

La logica nasce come ricerca di formalizzazione del linguaggio verbale umano in modo da trovare il modo di rendere il procedimento alla base del ragionamento indipendente dagli esseri umani.

La storia della logica si intreccia con la matematica, la filosofia, l'informatica e la linguistica.

L'origine della logica: Aristotele

Aristotele (384–322 a.C.) trova come base il ragionamento per sillogismi. In termini moderni, i sillogismi sono predicati unari (monadici) che rappresentano il mondo, analogamente a una mappa con il territorio. La messa in relazione dei sillogismi è un calcolo delle classi.

Esempi di sillogismi (Davis 2000:34).

- Tutte le piante sono vive.
- Nessun ippopotamo è intelligente.
- Alcune persone parlano italiano.

L'origine della logica: Aristotele

Aristotele (384–322 a.C.) trova come base il ragionamento per sillogismi. In termini moderni, i sillogismi sono predicati unari (monadici) che rappresentano il mondo, analogamente a una mappa con il territorio. La messa in relazione dei sillogismi è un calcolo delle classi.

Esempi di sillogismi (Davis 2000:34).

- Tutte le piante sono vive.
- Nessun ippopotamo è intelligente.
- Alcune persone parlano italiano.

N.B. le parole ‘tutte’, ‘nessun’, ‘alcune’.

Aristotele nella *Scuola di Atene* di Raffaello



Esempi di ragionamento per sillogismi

Tutti gli uomini sono mortali.

Socrate è un uomo.

Socrate è mortale.

Esempi di ragionamento per sillogismi

Tutti gli uomini sono mortali.

Socrate è un uomo.

Socrate è mortale.

Tutti i cavalli sono mammiferi.

Tutti i mammiferi sono vertebrati.

Tutti i cavalli sono vertebrati.

Esempi di ragionamento per sillogismi

Tutti gli uomini sono mortali.

Socrate è un uomo.

Socrate è mortale.

Tutti i cavalli sono mammiferi.

Tutti i mammiferi sono vertebrati.

Tutti i cavalli sono vertebrati.

Le premesse sono in alto, la conclusione è sotto la riga (Davis 2000:34).

Raimondo Lullo

Il primo a credere (in)coscientemente che tutto il pensiero potesse essere ridotto a un algoritmo fu il frate catalano Ramon Llull, latinizzato in *Lullus*. Egli diede per primo un'alternativa al metodo del sillogismo aristotelico.

Nel 1274 pubblica l'*Ars Magna (Ars generalis sive Magna)* in cui descrive un insieme di termini semplici, mediante la cui combinazione tutte le verità attingibili dall'intelletto umano erano derivabili. Scopo dell'opera era la conversione degli ebrei alle verità cristiane.

I termini semplici valgono come primitive concettuali: girando le ruote si ottengono combinatoriamente tutte le proposizioni vere del sistema. Probabilmente Lullo attinse dal sapere cabalistico ebraico, accessibile nella Catalogna del tempo.

La Divina Sapienza mostra la tavola dell'arte combinatoria (1669, incisione)



Importanza dell'*Ars Magna*

La decisione delle primitive concettuali non fu facile: prima 10, poi 16, 12 e infine 20 principi (Eco 1993:74).

I dettagli del progetto erano ovviamente insensati: ad esempio, i termini semplici risultavano essere nove predicati assoluti, nove predicati relativi, nove questioni, nove soggetti, nove virtù e nove vizi (Odifreddi 2003:240).

L'*Ars lulliana* è la prima grammatica del pensiero in cui la procedura è completamente meccanica.

In altri termini il calcolatore (lo strumento di calcolo) viene visto come **macchina del pensiero**.

Luca Pacioli

Monaco francescano, fu un grande divulgatore della matematica del tempo, e maestro di matematica di Leonardo Da Vinci.

La sua *Summa de Arithmetica* (1494, 2^a edizione 1523) è la prima opera a stampa sull'algebra e la prima opera matematica scritta in volgare. Pacioli riprende il lavoro sulla proporzione aurea di Piero della Francesca e il *Liber Abaci* di Fibonacci.

Non ci sono sostanziali innovazioni, ma fioriscono scuole di abachisti e algoritmisti nell'Italia dei commerci: gli uni calcolavano con l'abaco, gli altri con la scrittura.

Ritratto di Luca Pacioli





Figura: Contesa tra abachisti e algoritmistis (XVI sec.)



Figura: Altra contesa (XVI sec.)

Margarita Philosophica, Gregor Reisch (1503)



Figura: Pitagora conta con i gettoni, Boezio usa le cifre arabe

Gerolamo Cardano

Medico noto presso le corti del tempo, amico della famiglia Da Vinci, fu valente matematico: gettò le basi della teoria della probabilità. A lui si deve il giunto cardanico, molto usato in meccanica ancora oggi.

La sua *Ars Magna* (1545) riporta le soluzioni delle equazioni cubiche (in parte comunicata in via privata da Niccolò Tartaglia) e delle equazioni quadratiche (risolta dal suo studente Lodovico Ferrari, riportato nella prefazione).

Il titolo richiama esplicitamente l'opera di Lullo, e nell'opera Cardano fa riferimento esplicito ad Al-Khwarizmi e Fibonacci: l'*Ars Magna* rappresenta il punto piú alto della matematica e del calcolo digitale del Cinquecento.



AUTORIS CARMEN.

Non me terra teget, caelo sed raptus in alto
Illustris uisum docta per ora utrum,
Quicquid uenturis spectabit Phoebus in annis,
Cardanos noſcet, nomen & uſq; meum.

Figura: Gerolamo Cardano

Il Codice di Madrid

Nel 1967 furono scoperti due manoscritti di Leonardo da Vinci presso la Biblioteca Nazionale Spagnola di Madrid, da allora noti come 'Codice di Madrid'. In uno compare un disegno interpretato come lo schema di una **macchina addizionatrice**.

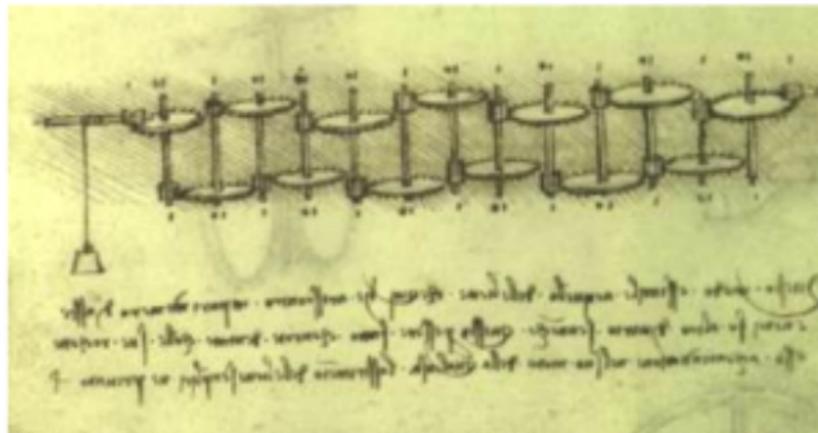
Leonardo sembra mostrare il bisogno di avere macchine da calcolo automatico, non solo e di piú degli ausili al calcolo manuale come l'abaco.

Una ricostruzione contestata

Il dott. Roberto Guatelli, esperto di fama mondiale di Leonardo da Vinci specializzato nella costruzione di modelli funzionanti delle macchine di Leonardo, nel 1968 costruì un modello funzionante, esposto in una mostra dell'IBM.

Anche se l'interpretazione fu in seguito contestata, il disegno mostra chiaramente un treno di 12 ruote dentate, disposte in modo tale che una completa rotazione di una di esse comporta l'avanzamento di una posizione della ruota adiacente, principio alla base delle prime macchine calcolatrici seicentesche.

Codice di Madrid



Replica

Figura: La macchina leonardesca del Codice di Madrid

Grazie. Domande?



Potete scaricare questa presentazione qui:

<http://www.slideshare.net/goberiko/>

© CC BY-NC-ND Federico Gobbo 2010 di tutti i testi. Pubblicato in Italia.
Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 2.5

© delle figure degli aventi diritto. In caso di violazione, scrivere a:
federico.gobbo@uninsubria.it.