

# BREVE STORIA



## DELL'INFORMATICA

*raccontata ai grandi e ai piccini*

**PARTE PRIMA**

*a cura di*

*Aurora Martina, Angelo Raffaele Meo, Clotilde Moro*





*Studia prima la scienza e poi seguita la pratica,  
nata da essa scienza*

*Leonardo da Vinci*



## **PREMESSA**

Questo libro è destinato ai ragazzi di età compresa tra i 10 e i 14 anni circa.

Abbiamo realizzato questo libro lontani da ogni intento commerciale, con il solo desiderio di contribuire a creare e diffondere conoscenza. Riteniamo, infatti, che i ragazzi, oggi, abbiano una cognizione troppo superficiale ed applicativa degli strumenti informatici.

L'informatica è una scienza e come tale andrebbe insegnata.

Speriamo, inoltre, che il nostro lavoro possa risultare utile anche a quei docenti, educatori, genitori che condividono con noi l'idea che oggi insegnare l'informatica ai ragazzi sia non solo importante ma indispensabile al fine di contribuire a creare in loro maggiore consapevolezza, sicurezza e capacità di gestire in autonomia le proprie scelte.

La nostra storia segue una linea temporale ed i contenuti sono organizzati in cinque libretti, che possono essere scaricati liberamente e gratuitamente dalla rete anche singolarmente:

- 1- la preistoria del calcolo
- 2- tutto meccanico
- 3- l'elettronica
- 4- tempi moderni
- 5- oggi per domani

La narrazione pone in primo piano i personaggi che hanno creato la storia dell'informatica. Per ciascuno di essi abbiamo cercato di descrivere, nel modo più semplice possibile, il loro contributo scientifico, secondo lo schema: quando, chi, che cosa ha fatto, come funziona. Dove necessario, abbiamo inserito un simbolo che rimanda ad uno specifico approfondimento, reperibile al fondo del libretto.

Abbiamo attinto immagini e informazioni dalla rete, prestando estrema attenzione a rispettare le norme indicate per il loro utilizzo. Nel caso qualcuno riscontrasse errori od omissioni è pregato di contattare gli autori. Provvederemo immediatamente alle necessarie correzioni. Al fondo del libro sono riportati i link dei siti e delle pagine consultate.

Un particolare ringraziamento:

- a Philip Martin, autore delle bellissime immagini che illustrano il libro.



[wwwphilipmartin.com](http://wwwphilipmartin.com)

- agli autori (citati nelle prime righe del capitolo LINK, al fondo del libro) che ci hanno guidati nella stesura del primo libretto.

**Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.**





### *Contare, calcolare, elaborare dati*

Questa storia inizia molti anni fa.

Gli uomini primitivi non sapevano contare ma, probabilmente, capivano alcuni concetti come poco, tanto, tutto.

Sicuramente furono aiutati dal fatto di possedere **due mani e dieci dita**. **Questi furono infatti i primissimi strumenti utilizzati per fare i calcoli**.

E non fu cosa da poco: l'utilizzo delle mani come strumento di calcolo ha portato verso il sistema metrico decimale, ancora oggi in uso.

La natura ha però imposto alcuni limiti all'Uomo che, seppur intelligente, dispone sempre e solo di un cervello, due mani e due piedi.

Così, quando i conti divennero più complicati, si guardò attorno e iniziò ad usare gli oggetti più diversi per fare i calcoli: sassolini, rametti, ossicini, conchiglie e poi ancora pezzetti di corda, nodi, palline di argilla...e inventò sistemi e strumenti di calcolo sempre più complessi.

Più la società e la cultura si evolvevano, più i sistemi e gli strumenti di calcolo progredivano e...viceversa. L'evoluzione degli strumenti di calcolo influì grandemente sullo sviluppo delle diverse civiltà che popolarono il mondo. Infatti, più le civiltà progredivano, più complicati diventavano i calcoli necessari, come contare le anfore di olio trasportate sulle navi, la quantità di grano raccolta, il numero dei soldati, ma anche come studiare il moto degli astri, costruire ponti e case, tenere in ordine i conti dello Stato, lanciare un missile o un satellite .....

Ma, prima di andare troppo avanti nel discorso, fermiamoci e facciamo qualche passo indietro nel tempo.



# LIBRETTO



## LA PREISTORIA DEL CALCOLO



Archeologi e storici hanno scavato nel passato alla ricerca di informazioni sui sistemi di numerazione e di calcolo utilizzati nell'antichità. Numerosi sono i reperti archeologici da loro scoperti che ci permettono, oggi, di ripercorrere la strada lunga migliaia di anni percorsa dagli uomini sulla Terra e di ricostruire le tappe fondamentali della evoluzione dei sistemi e degli strumenti per il calcolo.

Gli studiosi pensano che inizialmente gli uomini non sapessero contare, ma avessero "**la sensazione numerica**", ovvero la capacità innata di percepire la numerosità: uno, pochi, tanti; gli uomini preistorici non pensavano in maniera astratta ai numeri ma li associano ad uno o più oggetti (ad esempio: albero, un albero, tanti alberi).

Il grande passo avanti avvenne quando capirono che potevano "**contare**" (un albero, due alberi,... dieci alberi...), **dando il via alla grande avventura della matematica**.

**I primissimi strumenti di calcolo furono sicuramente le dita delle mani,** e uno strumento così importante si merita un approfondimento:



Per aiutarsi nei calcoli e per conservarne i risultati, gli uomini primitivi fecero corrispondere alle unità da contare piccoli oggetti, come ad esempio dei sassolini: il termine *calcoli* deriva proprio dalle pietre che portavano incisioni geometriche e che servivano per contare.

A Susa (antica città dell'Impero Persiano, dove vivevano gli elamiti) ne sono state ritrovate alcune risalenti al periodo neolitico, circa 30.000 anni fa.

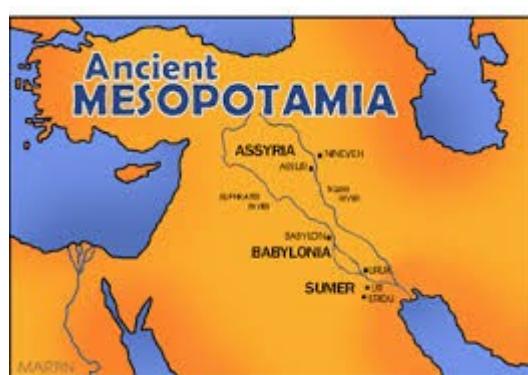


Inoltre incisero tacche su altri materiali quali pezzi di legno e ossa di animali.

Molto tempo dopo, quando la mente umana fu in grado di pensare ai numeri in "maniera astratta", senza necessariamente associarli a oggetti reali, si presentò il problema di "**come rappresentare i numeri**", utilizzando un insieme limitato di simboli per esprimere un numero illimitato di numeri.

Proviamo a riassumere le tappe più importanti della storia dei numeri, con l'aiuto dei reperti archeologici giunti sino a noi.

## I POPOLI MESOPOTAMICI



Intorno al 4000 A.C., in Mesopotamia, (che significa "terra in mezzo ai fiumi", essendo essa situata tra i fiumi Tigri ed Eufrate), in una piccola zona chiamata Sumer, ovvero "paese coltivato", si sviluppò **La civiltà dei Sumeri**.

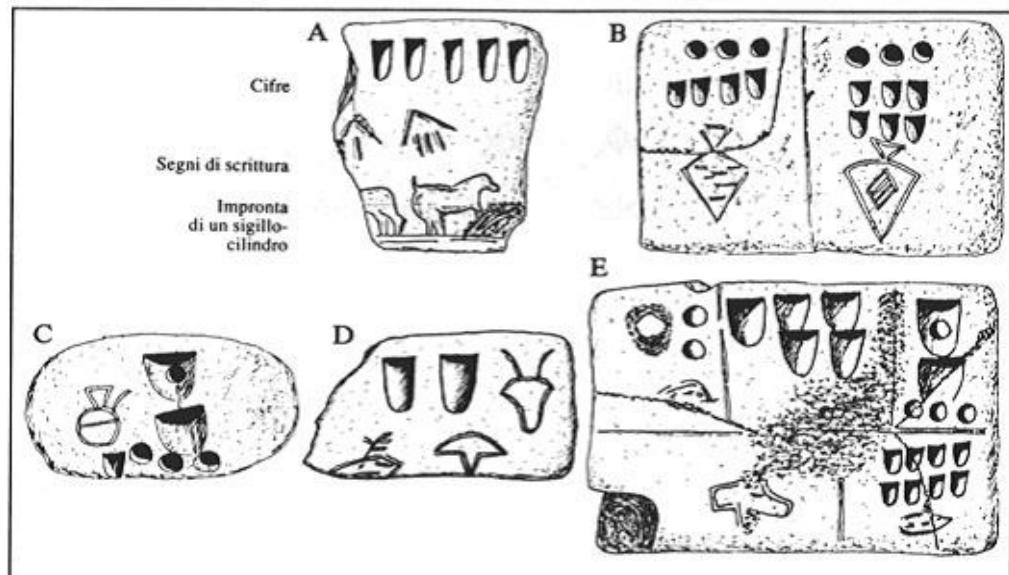
I Sumeri erano politeisti (veneravano diversi dei), agricoltori, e furono anche i primi costruttori di città. Migliorarono i loro mezzi di trasporto utilizzando ruote di legno piene (furono probabilmente gli inventori della ruota). La loro civiltà, che si sviluppò per i successivi duemila anni, progredì nel tempo: sostituirono la tradizione orale con i testi scritti, studiarono la matematica e la geometria. Furono abili astronomi e per primi divisero l'anno in dodici mesi e il giorno in 24 ore. Non per nulla si dice oggi che la Mesopotamia fu la culla della civiltà.

I Sumeri idearono gli strumenti più antichi di calcolo che conosciamo: **i gettoni**, ovvero cilindretti, palline, coni di argilla (materiale molto diffuso in Mesopotamia) ai quali venivano attribuiti valori diversi e che venivano usati "a pressione" per incidere tavolette di argilla. Essi erano: il piccolo cono, la biglia, il grande cono, il grande cono forato, la sfera e la sfera perforata.



Ad esempio, per scrivere il numero 1 premevano il gettone su una tavoletta di argilla, per scrivere il numero 20 premevano due volte di seguito la pallina sulla tavoletta.

Nella figura seguente puoi vedere alcuni esempi.



Leggendo le pagine precedenti, ti sarai sicuramente accorto che la numerazione sumerica, per rappresentare i numeri, imponeva di ripetere tante volte i simboli. In altre parole quel principio era basato su un sistema detto “**additivo**”.



### VAI ALL'APPROFONDIMENTO: sistemi di numerazione

Per rendere le cose più semplici inserirono il simbolo:



o, in alternativa, il simbolo:



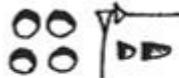
che corrispondeva al nostro “**meno**” e iniziarono a rappresentare i numeri per sottrazione, come puoi vedere in questi esempi:



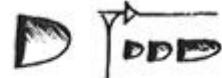
10 – 1



20 – 2



40 – 2



60 – 3

9

18

38

57

Tra il 2700 e il 2600 prima di Cristo, un po' per volta, i Sumeri cambiarono lo

strumento che usavano per scrivere e adottarono lo “**stilo**”, un bastoncino di canna, di osso o di avorio, con la punta

tagliata che, usato di punta o di piatto, permetteva di incidere velocemente i simboli sulle tavolette di argilla fresca.

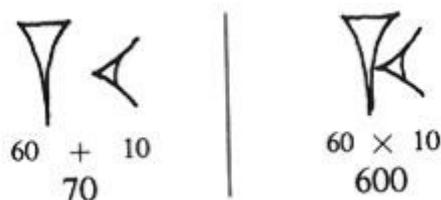
Si passò così ad un nuovo metodo di scrittura detto “cuneiforme” ed anche i numeri vennero scritti in un modo diverso. I Sumeri adottarono due simboli di base: il chiodino, simile a una epsilon ( $\text{Y}$ ) per le unità, e il punzone ( $\triangleleft$ ) simile alla punta di una freccia per le decine. I simboli dei *numeri venivano incisi* su tavolette di argilla fresca usando appunto lo *stilo* di taglio e di piatto. Questi sono i simboli delle 59 unità significative della notazione sumerica:

1	$\text{Y}$	11	$\triangleleft\text{Y}$	21	$\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	31	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	41	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$	51	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{Y}$
2	$\text{YY}$	12	$\triangleleft\text{YY}$	22	$\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	32	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	42	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$	52	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YY}$
3	$\text{YYY}$	13	$\triangleleft\text{YYY}$	23	$\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	33	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	43	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	53	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$
4	$\text{YYY}$	14	$\triangleleft\text{YYY}$	24	$\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	34	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	44	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$	54	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYY}$
5	$\text{YYYY}$	15	$\triangleleft\text{YYYY}$	25	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	35	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	45	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	55	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
6	$\text{YYYY}$	16	$\triangleleft\text{YYYY}$	26	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	36	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	46	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	56	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
7	$\text{YYYY}$	17	$\triangleleft\text{YYYY}$	27	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	37	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	47	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	57	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
8	$\text{YYYY}$	18	$\triangleleft\text{YYYY}$	28	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	38	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	48	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	58	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
9	$\text{YYYY}$	19	$\triangleleft\text{YYYY}$	29	$\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	39	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	49	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$	59	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\text{YYYY}$
10	$\triangleleft$	20	$\triangleleft\triangleleft$	30	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft$	40	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft$	50	$\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft\triangleleft$		

E dal numero sessanta in poi?

Ebbene il numero sessanta creava un po' di confusione, essendo molto simile al numero uno, il chiodino, ma non era l'unico problema provocato da questo sistema di numerazione. Vediamo qualche esempio:

per scrivere il numero settanta, si scriveva  $60+10$  con i simboli un po' distanti, ma se i simboli erano vicini il significato cambiava e invece di sommare bisognava moltiplicare ottenendo  $60 \times 10 = 600$ .



Scrivere i numeri 61, 62, 63 ....era anche un bel problema, che venne risolto in due modi:

1 - scrivendo un chiodo più grande per rappresentare il numero 60:

60 1	60 2	60 3	60 4	60 5	60 6	60 7	60 8	60 9
61	62	63	64	65	66	67	68	69

2 – oppure, distanziando il chiodo dai chiodini:

60 1	60 2	60 3	60 4	60 5	60 6	60 7	60 8	60 9
61	62	63	64	65	66	67	68	69

Il sistema di numerazione sumerico era di tipo **additivo e posizionale**:

- fino al numero 59 veniva utilizzato il sistema additivo. Ad esempio, per scrivere il numero nove bisognava riportare il chiodino nove volte



- dal 60 in poi veniva utilizzato il sistema posizionale. Se un simbolo era posto a sinistra valeva sessanta volte di più



Un numero quindi si otteneva sommando tutti i simboli che comparivano nella scrittura.



Approfondimento on line suggerito:

<http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/pettisumeri.pdf>

Oltre a quella sumerica, molte altre furono le civiltà che popolarono la Mesopotamia sino al 539 a. C., anno in cui fu annessa all'impero persiano.

Tra queste ricordiamo i **Babilonesi e gli Assiri**, che assimilarono la cultura sumerica e la incrementarono notevolmente nel tempo.

Esse adottarono inizialmente il sistema di numerazione sumerica al quale affiancarono progressivamente quello decimale che venne poi utilizzato definitivamente.

Gli scrivani Babilonesi, non trovando nel sistema sumerico nessun segno per le cifre 100 e 1000, introdussero le notazioni decimali che li rappresentavano, facendoli derivare da alcuni suoni appartenenti alle lingue di altri popoli (simboli di origine fonetica):



= 100

**ME**



= 1000

**LIM**



†

◁

†  
ME

1 10 100

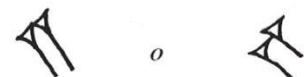
◁  
LIM

1 000

In questo sistema, le unità e le decine furono rappresentate ripetendo il chiodo verticale o il punzone per le volte necessarie. Per i multipli consecutivi del centinaio e del migliaio, la rappresentazione seguì il principio moltiplicativo.

I dotti astronomi babilonesi inventarono anche il calendario, divisero il giorno in 24 ore, l'ora in 60 minuti e il minuto in 60 secondi. Inoltre divisero il cerchio in 360 gradi, influenzando enormemente il mondo scientifico (infatti, queste numerazioni sono in uso ancora oggi).

Per la prima volta nella storia dell'Uomo, venne introdotto un simbolo grafico molto importante, lo **zero**, che poteva essere scritto in due modi:

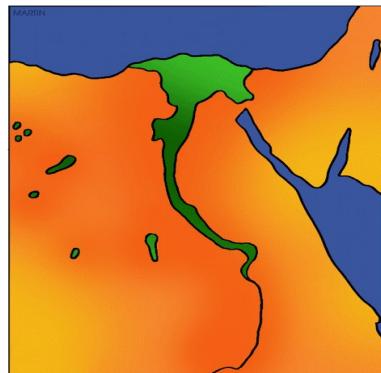


Sotto il regno di Hammurabi, XVIII secolo a.C., la matematica si sviluppò, come testimoniano le numerose tavolette ritrovate che riportano calcoli, problemi, equazioni.

Una in particolare, (catalogata come) YBC7289, rappresenta un quadrato con tracciata la sua diagonale sulla quale è scritto il numero 1,414213 che è il rapporto tra la diagonale e il lato, ovvero la radice di due.



## GLI EGIZI



La **civiltà egizia** si sviluppò lungo le rive del fiume Nilo dal 3300 a. C. sino al 31 a. C., quando avvenne la conquista da parte dei Romani.

Nel 1799, durante una spedizione napoleonica in Egitto, venne scoperta un frammento di pietra scritta con tre diverse grafie: geroglifico, demotico e greco. Questa stele, chiamata **Stele di Rosetta**, consentì agli studiosi di interpretare e comprendere per la prima volta la [scrittura geroglifica](#) fornendo, al contempo, importanti notizie circa il sistema di numerazione utilizzato dagli antichi egizi.



**La Stele di Rosetta**



**Approfondimento online suggerito:**  
<http://it.wikipedia.org/wiki/StelediRosetta>



**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: le basi numeriche**

Gli egizi utilizzarono due notazioni numeriche, di tipo additivo e in base dieci, ma con scopi diversi: il **sistema geroglifico** che era usato per le iscrizioni monumentali e la **notazione ieratica** che veniva utilizzata per la scrittura di documenti.

I	II	III	IV	V	VI	VII
1	10	100	1000	10000	100000	$10^5$

numerazione - scrittura geroglifica

1	I	10	II	100	III	1000	IV
2	II	20	III	200	IV	2000	V
3	III	30	IV	300	V	3000	VI
4	-	40	V	400	VI	4000	VII
5	V	50	VI	500	VII	5000	VIII
6	VI	60	VII	600	VIII	6000	VIX
7	VII	70	VIII	700	VIX	7000	X
8	=	80	VIX	800	X	8000	XV
9	A	90	X	900	XV	9000	XIX

numerazione - scrittura ieratica

Gli egizi scrivevano con l'inchiostro su fogli di papiri molto fragili, che nel tempo e per varie ragioni sono andati distrutti ed è per questo che disponiamo di più documenti scritti sulla pietra che su papiro. Tuttavia alcuni di essi, (almeno in parte) sono giunti sino a noi.

Il **"Papiro di Rhind"** (dal nome dell'archeologo scozzese che lo scoprì), è considerato il più antico libro di testo di matematica.

Risale al 1650 a.C. ed è la copia di un altro documento più vecchio di duecento anni. Scritto in *ieratico, la scrittura corsiva egizia*, contiene numerose tavole e ben 87 problemi (di aritmetica, algebra e geometria).



Quando gli archeologi scoprirono il Papiro di Rhind, furono entusiasti per la rarità della scoperta ma, quando aprirono il contenitore di pelle, rimasero delusi dal suo contenuto. Solo in seguito, dopo averlo tradotto, capirono l'importanza scientifica della scoperta fatta: il papiro riportava infatti una quantità di informazioni eccezionale circa le conoscenze matematiche (e non solo) degli egizi.

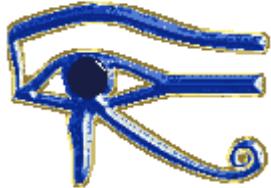
Grazie al Papiro di Rhind possiamo affermare che gli antichi egizi conoscevano l'aritmetica degli interi e di semplici frazioni, possedevano rudimenti di algebra e di geometria. La loro matematica è però ancora legata alla soluzione di problemi pratici, quotidiani, che vanno dalla misura di un campo coltivato, all'amministrazione dei beni di un ricco commerciante, alla gestione dell'esercito del faraone... E' uno strumento fatto di regole semplici e non collegate tra loro.

Ad esempio, nel Papiro di Rhind lo scriba Ahmes risolve con facilità molti problemi. Vediamo insieme il problema n° 1: come dividere una pagnotta tra 10 uomini (utilizzando le tavole delle frazioni di forma  $n/10$  contenute nel papiro):

**Secondo Ahmes è corretto dare a ciascuno dei 10 uomini  $1/10$  di pagnotta: se un solo uomo riceve  $1/10$  di pagnotta , 2 uomini ne riceveranno  $2/10$  o  $1/5$  e 4 uomini  $2/5$  ossia  $1/3 + 1/15$ .**

**Pertanto 8 uomini riceveranno  $2/3 + 2/15$  ossia  $2/3 + 1/10 + 1/30$  e otto uomini più due ne riceveranno  $2/3 + 1/5 + 1/10 + 1/30$  ossia l'intera pagnotta.**





Questo simbolo egizio è detto "l'Occhio di Horus".  
Secondo la leggenda "Seth strappò a Horus un occhio e lo fece a pezzi, ma Thot riuscì a ricomporlo".

Gli egizi utilizzavano l'occhio di Horus per descrivere le frazioni. L'occhio intero rappresenta l'unità.

Se però proviamo a sommare tutte le parti, il risultato sarà  $63/64$  e non  $64/64$ ...

L' $1/64$  mancante sarebbe comparso per una magia di Thot.

....Un modo originale per dire che nelle divisioni era accettabile una certa approssimazione.

Gli Egizi, per risolvere alcuni problemi di geometria, utilizzavano **la teoria delle equivalenze**.



**APPROFONDIMENTO in rete suggerito:**

[https://it.wikipedia.org/wiki/Matematica\\_egizia](https://it.wikipedia.org/wiki/Matematica_egizia)

<https://php.math.unifi.it/archimede/archimede/etalibera/2012-1.ppt>



**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: equivalente**



Prendi carta quadrettata, matita, righello (oppure apri un software per il disegno) e prova a verificare se è vero, come sostenevano gli egizi, che:

*"..il triangolo isoscele è equivalente alla metà di un rettangolo ed il trapezio isoscele è equivalente al triangolo isoscele che ha per base la somma delle basi e per altezza la stessa altezza."*

## I GRECI

All'incirca nel sesto secolo prima della nascita di Cristo, l'area geografica dello sviluppo della matematica si trasferì dalla Mesopotamia alla Grecia.



Anche se l'inizio della storia greca risale a quasi tremila anni a. C., non si hanno notizie certe circa la matematica greca primitiva perché nessun documento originale dei matematici greci è giunto sino a noi.

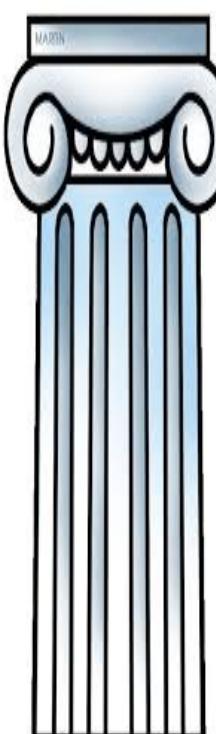
I greci antichi, come gli egizi, scrivevano su papiro, un materiale facilmente deteriorabile. Come la storia racconta, le loro grandi biblioteche vennero distrutte e così si persero molti importanti documenti e, tra questi, le testimonianze scientifiche e matematiche dell'epoca.

E' stato possibile ricostruire la storia della matematica greca grazie ad antichi codici bizantini e copie di documenti greci, scritti però molto tempo dopo.

La civiltà greca fu molto importante: pose le basi della matematica e influenzò lo sviluppo della cultura occidentale moderna.

**Nell'antica Grecia esistevano due tipi di numerazione, entrambe in base dieci: la **numerazione attica** (la più antica) e la **numerazione ionica**.**

**La numerazione attica** si basava sul principio additivo e disponeva di un numero limitato di simboli. Il numero 1 era rappresentato con un trattino verticale o con un puntino, ripetuto fino a nove volte per rappresentare i numeri da 1 a 9. A questo si aggiungevano i simboli seguenti per rappresentare i numeri: 10, 100, 1000, 10.000.



$1 = \cdot$  /  
 $10 = -$  o  
 $100 = \Gamma$   
 $1000 = \Psi$   
 $10\,000 = C$



Questo sistema aveva un difetto: richiedeva una quantità eccessiva di simboli per rappresentare i numeri più grandi.

Per scrivere, ad esempio, il numero 7699 bisognava usare ben 31 simboli:

$9(1) + 9(10) + 6(100) + 7(1000)$   
 ||||| | | | |-----TTTTTTT PPPPPP

Successivamente si introdussero simboli nuovi per rappresentare i numeri:

Γ	Δ	Η	Ξ	Μ
5	50	500	5.000	50.000

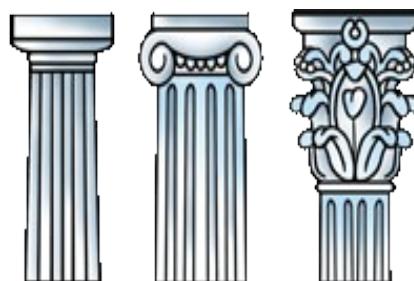
Così, ad esempio, la rappresentazione del numero 7699 divenne la seguente:

$1(5000) + 2(1000) + 1(500) + 1(100) + 1(50) + 4(10) + 1(5) + 4(1)$

I simboli utilizzati si ridussero pertanto da 31 a 15.

Venne anche adottato il sistema detto “**acrofonia**”, ovvero venne utilizzata l'iniziale del nome del numero, scritto secondo l'alfabeto greco, come simbolo del numero stesso. Ad esempio: 5, 50, 500, 5000, 50000.

numero	Parola greca per il numero	simbolo
5	πέντε	Π
10	Δέκα	Δ



**La numerazione ionica**, invece, utilizzava le 24 lettere dell'alfabeto greco classico con l'aggiunta di tre segni presi in prestito da altri alfabeti: *digamma*, *koppa* e *san*. In totale 27 simboli: nove per i numeri inferiori a 10, nove per i multipli di 10 inferiori a 100 e nove per i multipli di 100 inferiori a 1000.

I greci non utilizzavano un simbolo specifico per lo zero.

UNITÀ			DECINE			CENTINAIA		
A	$\alpha$	alfa	I	$\iota$	iota	10	P	$\rho$
B	$\beta$	beta	2	$\kappa$	kappa	20	$\Sigma$	$\sigma$
Γ	$\gamma$	gamma	3	$\lambda$	lambda	30	T	$\tau$
Δ	$\delta$	delta	4	$\mu$	mi	40	Y	$\upsilon$
E	$\epsilon$	epsilon	5	$\nu$	ni	50	Φ	$\phi$
Ϛ	$\zeta$	digamma	6	$\xi$	xi	60	X	$\chi$
Z	$\zeta$	zeta	7	O	omicron	70	Ψ	$\psi$
H	$\eta$	eta	8	$\pi$	pi	80	Ω	$\omega$
Θ	$\theta$	theta	9	$\varsigma$	koppa	90	Ϻ	$\ϡ$



Per rappresentare i numeri intermedi si procedeva per addizione:

**Esempio:** il numero **123** si scriveva come **ρΚΥ**

Per i numeri più grandi di 999 i greci utilizzavano le nove lettere-cifre della classe dell'unità, aggiungendo una virgola in alto a sinistra:

$\dot{\Lambda}$	$\dot{B}$	$\dot{\Gamma}$	$\dot{\Delta}$	$\dot{E}$	$\dot{\zeta}$	$\dot{\zeta}'$	$\dot{H}$	$\dot{\Theta}$
1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000

I numeri 10.000, 20.000, 30.000... erano rappresentati dal segno **M** sormontato dalla lettera greca adottata per rappresentare i numeri 1, 2, 3...

Con questo sistema era possibile scrivere anche numeri molto grandi come.

**Esempio:** 320.000 =  **$M^{\lambda\beta}$**

**Il sistema di numerazione greco era molto complicato** e rendeva faticose anche le semplici operazioni, soprattutto quelle di moltiplicazione e divisione! In Grecia la matematica si sviluppò in centri che erano definiti "**scuole**" e ogni scuola aveva uno o più maestri.



**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: le scuole greche**

## I ROMANI



Anche se non esistono documenti ufficiali, la nascita della città di Roma è fatta risalire all'anno 753 prima della nascita di Cristo. I Romani, un popolo di origine e lingua latina, attraverso più di mille anni, costruirono un vasto impero che resse sino all'anno 476 d.C., quando l'impero di occidente cadde a seguito delle invasioni barbariche, determinando così la fine di Roma e del suo potere. La storia più antica di Roma si intrecciò, tra gli altri, con quella di un altro popolo: gli Etruschi.

Osservando i simboli numerici etruschi è facile notare la somiglianza con quelli romani, che probabilmente derivarono dai primi:

<i>Simboli etruschi</i>	I      IIII      V      X      VX      L      *	1      4      5      10      15      50      100
<i>Simboli romani</i>	I      II      III      IV      V      VI      VII      VIII      IX      X 1      2      3      4      5      6      7      8      9      10  L      C      D      M 50      100      500      1000	

Gli **antichi romani** utilizzarono le lettere dell'alfabeto per scrivere i numeri.

**Adottarono il metodo additivo** sommando i valori delle cifre, scrivendole da sinistra a destra. Esempio:

$$\left. \begin{array}{l} X = 10 \\ I = 1 \\ V = 5 \end{array} \right\} \quad 26 = \text{XXVI}$$

Inoltre uno dei simboli I, X, C poteva essere anteposto ad altri simboli di valore superiore. In questo caso, il valore risultante è pari alla sottrazione del secondo simbolo meno il primo (**metodo sottrattivo**). Esempio: 209 = **CCIX**

Di seguito le regole della numerazione romana:

- ✓ I simboli I, X, C, M si potevano ripetere al massimo 3 volte di seguito.

**Esempio:** 4 si scriveva IV e non IIII.

- ✓ I simboli V, L D, non si potevano mai ripetere.

**Esempio:** 150 si scriveva CL e non LLL.

- ✓ Solo I, X e C potevano essere usati in senso sottrattivo; la cifra da sottrarre non poteva quindi essere V, L, D.

**Esempio:** 45 si scriveva XLV e non VL.

- ✓ Solo un numero più piccolo poteva essere posto a sinistra.

**Esempio:** Così, 19 poteva essere scritto XIX, ma 18 non poteva essere scritto XIIIX.

- ✓ Il numero da sottrarre non doveva essere meno di un decimo del valore del numero dal quale era sottratto. Così, X poteva essere posizionato a sinistra di C o di L, ma non a sinistra di M o di D.

**Esempio:** 49 si scriveva XLIX e non IL - 990 si scriveva CMXC e non XM.



I Romani non utilizzavano un simbolo per lo zero. Inoltre non avevano una parola per indicare milioni o miliardi, ma dicevano "un migliaio di migliaia". Nella scrittura utilizzavano il "vinculum", una barretta che veniva scritta sopra al numero per indicare che quel numero andava moltiplicato per 1.000. Se le barrette erano due allora bisognava moltiplicare per 1.000.000.

$$\overline{\text{LXXXIII}} = 83 \times 1.000 \quad \overline{\overline{\text{LXXXIII}}} = 83 \times 1.000.000$$

Con i numeri romani era praticamente impossibile fare i calcoli! A questo scopo veniva utilizzato uno strumento detto **ABACO**.



E' utile esercitarsi nell'uso dei numeri romani.  
Qualche suggerimento on line:

<http://www.latecadidattica.it/quarta2013/numeri-romani.pdf>

<http://www.youmath.it/esercizi/es-algebra-elementare/es-di-algebra-e-aritmetica-scuole-medie/1610-esercizi-svolti-sui-numeri-romani.html>

[http://www.risorsedidattiche.net/doc/elementare/matematica/numeri\\_romani.pdf](http://www.risorsedidattiche.net/doc/elementare/matematica/numeri_romani.pdf)

## I CINESI

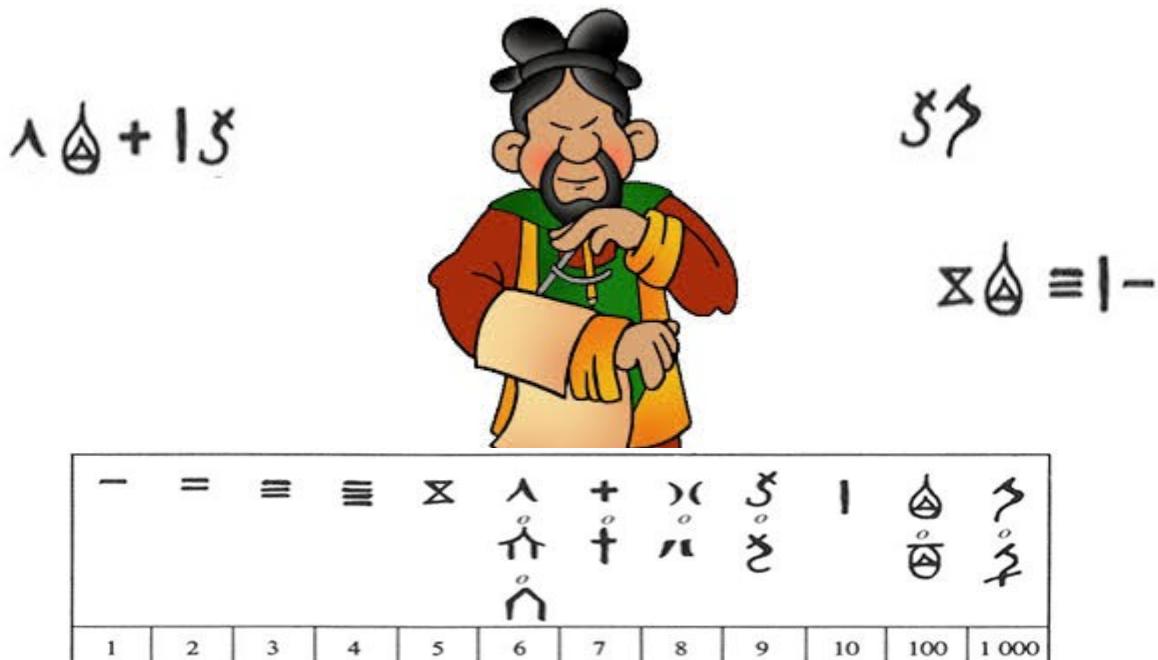


In Cina, lungo le rive dei fiumi Yangtze e Giallo, vissero antiche popolazioni la cui civiltà può essere paragonata a quella dei popoli della Mesopotamia.

La datazione dei documenti matematici cinesi è molto imprecisa. Ad esempio, il ***Chou Pei Suan Ching***, il più antico testo matematico cinese, da alcuni è fatto risalire al 1200 a.C., da altri al 300 a.C.

La numerazione cinese è molto interessante in quanto diversa da quelle utilizzate in altre regioni. Innanzitutto **vi erano due sistemi di notazione**.

**Il primo**, basato sul principio moltiplicativo, utilizzava un simbolo per ogni cifra da uno a dieci e ulteriori simboli per le potenze del dieci.



-	=	$\equiv$	$\times$	$\wedge$	$+$	$\times$	$\times$	$\mid$	$\wedge$	$\wedge$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100
										1000

Nella scrittura dei numeri le cifre in posizione dispari (da sinistra a destra o dal basso in alto) venivano moltiplicate per la cifra immediatamente successiva.

A quali numeri corrispondono i simboli tracciati sopra dal matematico cinese ? Prova a calcolarlo utilizzando quanto descritto sopra.

**Il secondo** sistema di numerazione è quello più originale e interessante in quanto utilizzava un sistema di **notazione a bastoncini** detto "**suan zì**".

Utilizzato anticamente anche dai giapponesi, che lo chiamavano "**sangi**", è un sistema a numerazione decimale posizionale, e il valore delle cifre dipende dal posto che esse occupano nella scrittura dei numeri.

### RAPPRESENTAZIONE DEL NUMERO 3764

Sull'abaco a tessere

3	7	6	4
$10^3$	$10^2$	10	1

Per mezzo di barre numerali  
combinate secondo il principio di posizione

3 ; 7 ; 6 ; 4

$$3 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 6 \times 10 + 4$$

L'uso dei bastoncini permetteva di scrivere numeri anche molto grandi, fare calcoli complicati, eseguire operazioni con le frazioni e lavorare con i numeri negativi: in questo caso si utilizzavano bastoncini di colore nero per i numeri negativi e di colore rosso per i numeri positivi.

Per fare i calcoli i cinesi utilizzavano l'Abaco.



#### APPROFONDIMENTO IN RETE:

<http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/GiacardiCiviltaExtraeuropee2.pdf>



**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: numeri positivi e numeri negativi**

## I MAYA



I Maya si insediarono progressivamente su un'area geografica che oggi comprende il sud del Messico, il Guatemala, parte del Belize e di El Salvador. La storia dei Maya iniziò all'incirca nel 1500 a.C. Tra il III e il IX secolo dell'era cristiana la civiltà Maya raggiunse il suo massimo splendore. Verso l'anno mille, per motivi sconosciuti, la civiltà iniziò a decadere. Nel XVI secolo la civiltà era ormai in completo disfacimento e subì la conquista da parte degli spagnoli.

I Maya costruirono splendide città, templi, piramidi. Nella civiltà Maya operarono artisti raffinati e colti scienziati. Anche se molti documenti si sono persi nel tempo o furono distrutti dai conquistatori, a testimonianza della civiltà Maya oggi restano numerosi reperti archeologici, le rovine delle città e dei monumenti, alcuni codici, manufatti incisi e steli.

La religione dei Maya era violenta e imponeva sacrifici umani.

Spinti forse da motivazioni religiose e divinatorie, i dotti Maya compirono approfonditi studi in astronomia e perfezionarono un calendario molto preciso. In matematica elaborarono una **numerazione scritta posizionale in base venti** che consentiva di operare con numeri molto grandi.

Il primo esempio di numerazione Maya è collegato al conteggio del tempo ed è di tipo **cefalomorfico**: a ciascun numero era associato il disegno della testa di una divinità. Questo sistema ebbe un uso limitato.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	

I Maya utilizzarono più spesso un sistema grafico di numerazione molto semplice che impiegava solo **due simboli**: **il punto** che rappresentava il numero **1**, e la **linea** che rappresentava il numero **5**.

0	1	2	3	4
	●	●●	●●●	●●●●
5	6	7	8	9
—————	—————	—————	—————	—————
10	11	12	13	14
—————	—————	—————	—————	—————
15	16	17	18	19
—————	—————	—————	—————	—————

Il sistema era basato sul principio **additivo e posizionale**. Le cifre venivano scritte verticalmente: sopra c'era la cifra che rappresentava il valore più alto e man mano sotto quella di valore più basso.

Essendo il sistema di numerazione importante per eseguire i calcoli astronomici (ricordiamo che il calendario Maya contava 360 giorni), vi erano irregolarità a partire dal terzo ordine di unità, e non si rispettava sempre la base venti.

Ad esempio, questa è la rappresentazione del numero 13.495:

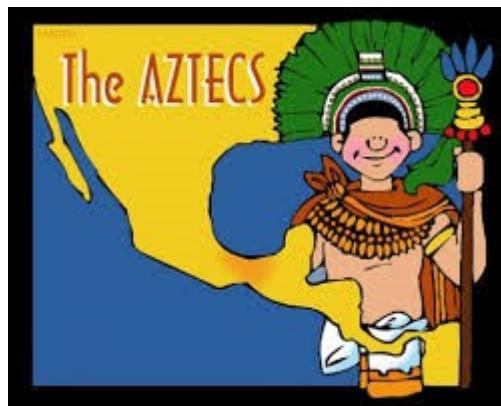
●	1 .....	$1 \times 7200$
=====	17 .....	$17 \times 360$
●●●	8 .....	$8 \times 20$
=====	15 .....	15

I Maya utilizzavano un simbolo speciale per lo zero. Poteva avere forme diverse, ma la maggior parte delle volte era rappresentato da un disegno a forma di conchiglia.



Venne introdotto probabilmente perchè per i maya era molto importante l'ordine e la precisione. Nella registrazione delle date, ad esempio, bisognava riportare tutti i dati con estrema precisione: i giorni, i mesi, gli anni e se qualche dato mancava, bisognava riempire il vuoto. Con lo zero, che non aveva comunque mai la funzione di operatore.

## GLI AZTECHI



Gli Aztechi furono, assieme agli Inca e ai Maya, una delle più importanti civiltà precolombiane e anche il popolo più guerriero.

La loro civiltà si sviluppò tra il XIV e il XVI secolo d.C., in un'area geografica che oggi corrisponde circa al sud del Messico.

La maggior parte delle notizie relative agli Aztechi sono state ricavate da antichi manoscritti detti "codices", il più importante dei quali è il "Codex Mendoza". Si tratta di strisce di pergamena fatte con fibre vegetali, ricoperte prima con sostanze gommosse e poi con calce bianca sulle quali si scriveva con una cannuccia intinta nella resina. I disegni venivano colorati con sostanze vegetali o animali. Le pergamene venivano poi piegate a fisarmonica e inserite in contenitori di cuoio che le facevano somigliare ai nostri libri.



L'osservazione del cielo e il computo del tempo avevano un'importanza fondamentale nella religione e nella vita quotidiana della civiltà Azteca.

I sacerdoti avevano conoscenze precise sulla durata dell'anno e studiavano i movimenti degli astri, le fasi lunari, le costellazioni, le eclissi.

Gli Aztechi usavano due calendari: uno durava 365 giorni su di esso si basavano le ceremonie religiose collegate alle stagioni e alle attività umane, e l'altro, di grande importanza rituale e divinatoria, della durata di 260 giorni.

La numerazione azteca, **su base venti**, si basava solo sul **principio additivo**.

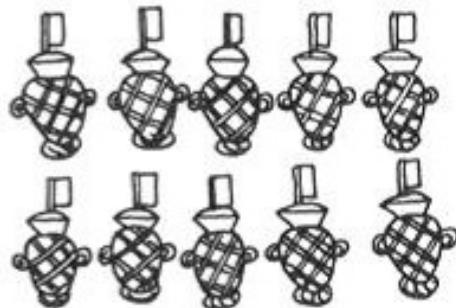
1	20	400	8000

L'unità si rappresentava con un punto, la ventina con un'ascia, il 400 (20x20) con una piuma, l' 8000 (20x20x20) con una borsa.

L'utilizzo del principio additivo risulta molto chiaro dall'immagine a lato, che rappresenta 200 vasetti di miele: dieci vasetti sormontati da un'ascia, simbolo utilizzato per il numero 20.

Gli aztechi erano bravi matematici e conoscevano elementi di aritmetica e di geometria.

Per risolvere alcuni problemi, come il calcolo dell'area, usavano semplici *algoritmi*.



[\*\*VAI ALL' APPROFONDIMENTO: algoritmo\*\*](#)

Alcuni ricercatori dell'Università di Città del Messico, attraverso la lettura di antichi manoscritti, hanno scoperto che gli aztechi usavano le frazioni per misurare i terreni e valutare il loro valore.

Al posto dei numeri, però, gli aztechi usavano simboli che rappresentavano parti del corpo umano, mani e braccia, oppure armi, come le frecce.

Per esempio, il simbolo della freccia rappresentava la distanza che c'è fra la spalla e la mano (quella di un braccio steso per tendere l'arco), la mano rappresentava invece quella tra il polso e le punte delle dita.

Per rappresentare graficamente le frazioni, coloravano una parte del simbolo: un mezzo, un quarto e così via.



## GLI INCA



Gli Inca, tra il XIII e il XVI secolo d.C., costruirono un grande impero che si estendeva lungo la Cordigliera delle Ande, dall'Ecuador all'Argentina.

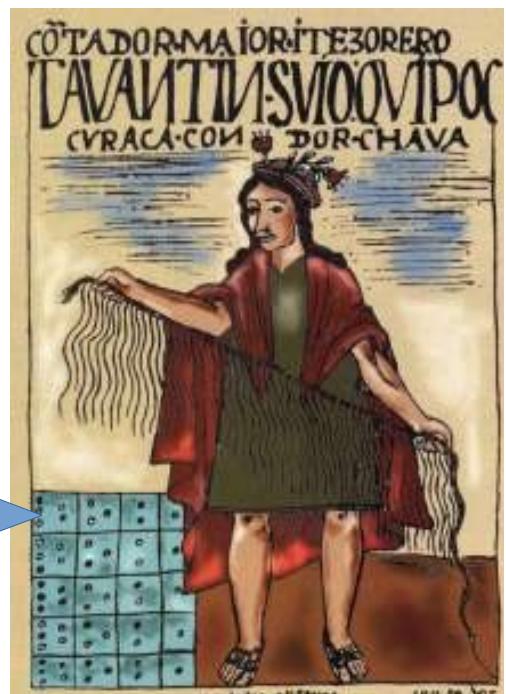
Gli spagnoli che nel XVI secolo, approfittando delle discordie interne, conquistarono la civiltà Inca, la descrissero come una delle civiltà più evolute dell'America precolombiana. Tuttavia questo popolo non possedeva un metodo di scrittura, almeno non come lo intendiamo noi.

Per registrare i dati e le informazioni che ritenevano necessari, gli Inca escogitarono metodi diversi:

- **i quipus**, un sistema di cordicelle annodate, organizzati in base 10, venivano utilizzati per memorizzare i dati



- lo **yupana**, una sorta di pallottoliere organizzato in base 40, serviva per fare calcoli ed eseguire operazioni.



## GLI INDIANI



I primi documenti indiani di argomento matematico risalgono al V secolo d.C., anche se sappiamo che la civiltà indiana era già sviluppata all'epoca della costruzione delle piramidi egizie (3.000 – 2.000 a.C.).

A testimoniare l'uso del sistema di **notazione decimale posizionale** in India è un antico documento, l'Aryabhatiya, scritto da Aryabhata, matematico e astronomo indiano vissuto nel V secolo dopo la nascita di Cristo. In esso sono trattati diversi argomenti, dall'aritmetica alla geometria, ai metodi utilizzati per misurare il tempo e per calcolare le eclissi.

Ai tempi di Aryabhata non si usava un simbolo per lo zero.

Solo dal IX secolo d.C. verrà utilizzata una notazione decimale posizionale comprendente il simbolo per lo zero.

I caratteri utilizzati per rappresentare il sistema decimale indiano presero forme un po' diverse a seconda dei periodi e delle zone geografiche. Essi furono utilizzati dagli arabi e successivamente in Europa, fino alla forma definitiva usata dalla stampa nel XV secolo:

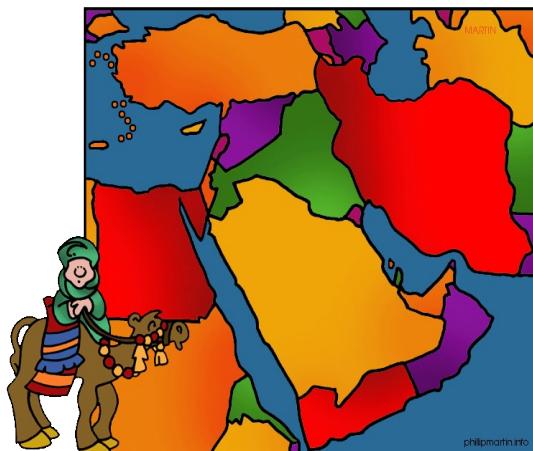
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
፩	፪	፫	፬	፭	፮	፯	፱	፲	፰

In realtà, è agli indiani, e non agli arabi, che va attribuito il merito di aver introdotto i **principi di base del nostro moderno sistema di numerazione**:

### notazione posizionale-base decimale-simbolo per lo zero

Un po' per volta, la notazione indiana si diffuse tra gli arabi, e da qui in Occidente, passando dalla Spagna ai paesi cristiani dell'Europa medioevale.

## GLI ARABI



Gli **arabi** sono una popolazione originaria della Penisola Arabica che, a partire dal VII secolo dopo Cristo, ha acquisito grande importanza sulla scena storica mondiale.

Inizialmente gli arabi adottarono una notazione numerica che utilizzava le lettere del loro alfabeto attribuendo a ciascuna un valore preciso.

Questo sistema, di tipo additivo, si trasformò graficamente nel tempo, ed ebbe caratteristiche diverse anche in base alle differenti aree geografiche.

**“Le lettere numerali”** venivano scritte da destra a sinistra in ordine decrescente e subivano leggere modifiche nella forma legandosi le une alle altre.

1 629	٦٢٩	٩ ٢٠ ٦٠٠ ١٠٠٠	٣١٥
-------	-----	---------------	-----

Lettere in posizione isolata	Nom i delle lettere	Valori fonetici delle lettere	LETTERE			VALORI NUMERICI	
			Lettere in posizione iniziale	Lettere in posizione media	Lettere in posizione finale	In orient	Nel Magreb
ا	Alif	أ	ا	أ	أ	1	1
ب	Ba	ب	ب	ب	ب	2	2
ت	Ta	ت	ت	ت	ت	400	400
ث	Tha	ث	ث	ث	ث	500	500
ج	Jim	ج	ج	ج	ج	3	3
ح	Ha	ح	ح	ح	ح	8	8
خ	Kha	خ	خ	خ	خ	600	600
د	Dal	د	د	د	د	4	4
ذ	Dhal	ذ	ذ	ذ	ذ	700	700
ر	Ra	ر	ر	ر	ر	200	200
ز	Zay	ز	ز	ز	ز	7	7
س	Sin	س	س	س	س	60	300
ش	Sin	ش	ش	ش	ش	300	1000
ص	Sad	ص	ص	ص	ص	90	60

E' possibile pensare che gli arabi vennero a conoscenza della numerazione decimale indiana intorno al secolo IX dopo cristo. Come abbiamo visto nelle pagine precedenti, i numeri decimali nacquero in India, ma, essendo la loro conoscenza giunta a noi tramite il lavoro di matematici ed astronomi arabi, vennero chiamati “numeri arabi”. E' interessante notare che, nonostante la scrittura araba fosse orientata da destra a sinistra, per la scrittura dei numeri decimali gli arabi conservarono la tradizione indiana, scrivendoli da sinistra a

destra, partendo dall'ordine decimale più elevato.

Inizialmente il sistema numerico arabo era utilizzato solo dai matematici, mentre gli scienziati usavano il sistema di numerazione babilonese ed i mercanti impiegavano un sistema ancora diverso, l' Abjad.

Fu solo con il matematico italiano Leonardo Fibonacci che il sistema numerico arabo fu utilizzato anche da gran parte della popolazione araba.

**Fibonacci** nacque a Pisa nel 1170. Ancora ragazzino, andò a vivere con il padre in Algeria, ed entrò in contatto con il mondo dei matematici e dei mercanti arabi. I suoi studi furono importantissimi per la matematica moderna e per la diffusione in occidente delle conoscenze matematiche indiane e arabe.

Famosissima è la "sequenza di Fibonacci".

#### Approfondimenti suggeriti in rete:



<http://webmath2.unito.it/paginepersonalis/romagnoli/pellegrino.pdf>  
<http://www.magiadeinumeri.it/Fibonacci.htm>



Nel 1202 pubblicò il "Liber abbaci". In esso descrisse, per scritto e per la prima volta in Europa, l'uso del sistema di numerazione indiano-arabo, le nove cifre e il simbolo per lo zero. Il nome "zero" derivò dal latino **zephyrus, sifr** in arabo, che significa vuoto. In veneziano divenne **zevero** e infine, in italiano **zero**. Da sifr derivò anche il termine **cifra**, per indicare uno qualsiasi dei dieci simboli della notazione araba.

<b>L'evoluzione</b>	<b>della scrittura</b>	<b>dei numeri arabi</b>	<b>nei secoli</b>	X SECOLO
			I 7 3 8 4 6 8 9	XI SECOLO
			I Z 3 8 4 6 8 9	XII SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XIII SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XIV SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XV SECOLO
			I 2 3 4 5 6 7 8 9	XVI SECOLO

Nel X secolo, quando i numeri arabi furono introdotti, in Europa venivano utilizzati i sistemi di numerazione romano e greco, mentre per fare i conti si impiegava il pallottoliere. Il passaggio da un sistema all'altro fu lento e molti furono gli ostacoli che si dovettero superare ma, oggi, i numeri arabi rappresentano la notazione numerica più diffusa nel mondo.



## APPROFONDIMENTI





## APPROFONDIMENTO: PRIMI STRUMENTI DI CALCOLO

*Sin dalle epoche più remote l'Uomo ha fatto uso di strumenti per il calcolo.  
Tra i più antichi vi sono:*



- ✓ **LE MANI**
- ✓ **L' ABACO**
- ✓ **IL QUIPU**

**Le mani** sono il più antico strumento di calcolo, la più antica macchina calcolatrice.

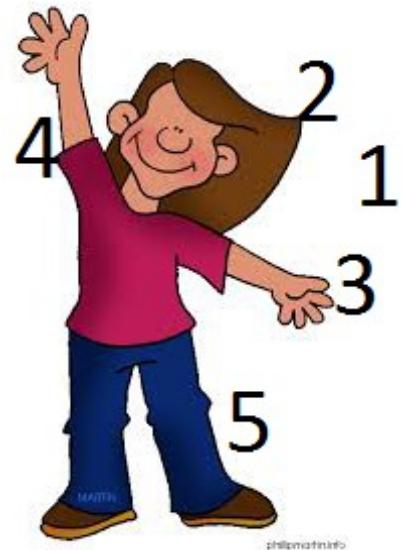
In inglese il termine **digit**, dal latino *Digitus*, che significa "cifra" ricorda l'origine dei numeri e dei calcoli sulla punta delle dita.

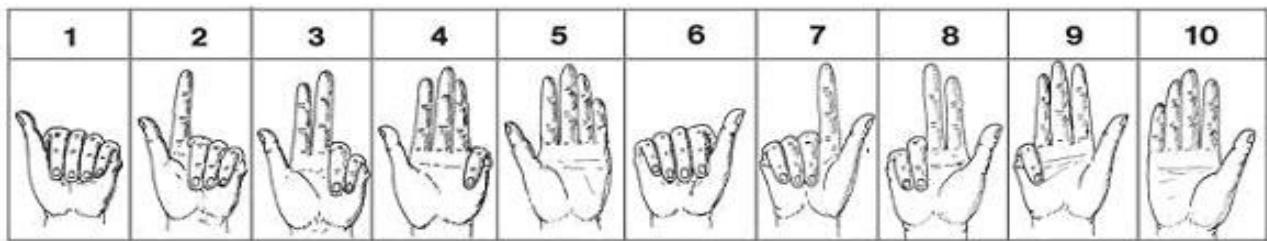
Il termine **digitale** viene oggi usato per indicare i dati espressi ed elaborati in forma numerica dal calcolatore. Ad esempio, in un elaboratore digitale tutti i dati e le istruzioni sono espressi da impulsi elettrici, che rappresentano sequenze di zero e uno.

Il sistema di numerazione più diffuso nel mondo utilizza la base dieci proprio perché abbiamo dieci dita e quindi il sistema decimale risulta essere quello più naturale.

Se osserviamo attentamente le nostre mani, possiamo notare che sembrano create per contare:

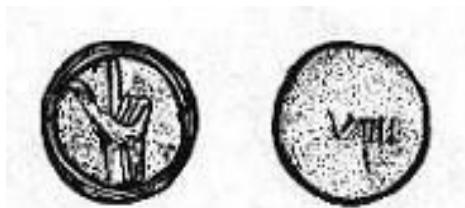
- sono costituite da dita che si piegano in vari modi e che sono disposte in maniera asimmetrica e con forme diverse che aiutano la percezione visiva.
- il pollice poi è una piccola meraviglia: si può sovrapporre alle altre dita della mano stessa e anche staccare dalle altre dita per favorire non solo la percezione visiva ma anche movimenti utili al conteggio usando il pollice stesso come puntatore.





Esistono molti antichi documenti che raccontano quanto fosse diffuso un tempo contare con le mani: in Egitto, in Grecia, in Persia, in Messico, in Cina, in India, etc.

Anche gli antichi romani utilizzavano le mani per contare. A testimoniarlo sono alcune antiche tessere numeriche in osso e avorio che recano inciso su una faccia il disegno di una mano e, sul retro, il valore corrispondente in numeri romani.



Nel tempo sono stati sviluppati diversi sistemi di conteggio manuale; tra questi, quello che usa le falangi delle mani, è ancora utilizzato in alcuni paesi asiatici.

	1	4	7	10
	2	5	8	11
	3	6	9	12

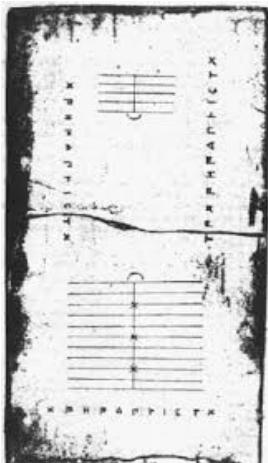
Invece di contare per decine, alcuni popoli come i celti, i maya e gli aztechi, contavano per ventine, utilizzando, oltre alle dita delle mani anche quelle dei piedi. Questo sistema è ancora in uso presso gli eschimesi in Groenlandia per i quali il numero venti, somma delle dita delle mani e dei piedi, corrisponde a "un uomo intero".

L'utilizzo della tecnica manuale per contare si perse progressivamente con la diffusione delle cifre «arabe» e del calcolo a penna.

**L'abaco** è il più semplice e antico strumento di calcolo inventato dall'uomo. E' uno strumento molto longevo: ha più di tremila anni! Si usa ancora oggi nella variante semplice chiamata "pallottoliere".

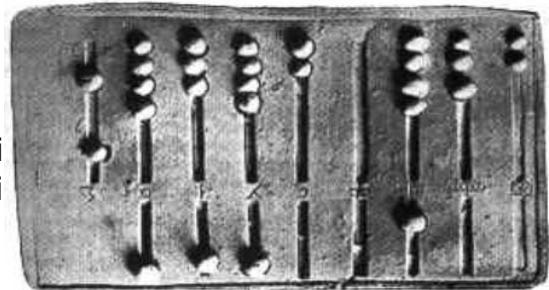
La parola **abaco** deriva dal latino *abacus* che a sua volta deriva da termini greci e semitici che significavano rispettivamente "tavolo" e "polvere". Questo perchè gli abachi più antichi erano tavoli ricoperti da un sottile strato di sabbia sui quali si segnavano i calcoli utilizzando uno stilo.

Nel tempo, e nelle diverse parti del mondo, vennero fabbricati diversi tipi di abachi.



Nell'immagine a sinistra è riprodotto uno degli abachi più antichi sino ad ora ritrovati. Era formato da un rettangolo di marmo (di circa 149 x 75 centimetri), su cui venivano posizionati i vari gettoni. E' stato ritrovato nell'isola di Salamina in Grecia.

E' simile a quelli usati successivamente anche dai romani (immagine a destra).



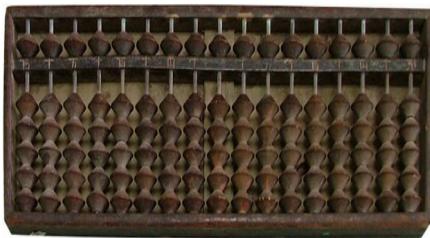
Nell'antica Cina si usavano inizialmente abachi di bacchette di bambù; successivamente prevalsero le tavole o tavolette sulle quali erano segnate linee e colonne di divisione che separavano le unità, le decine, le centinaia, ecc.. Su queste linee venivano poi collocati i gettoni che rappresentavano i numeri. Muovendo i gettoni in modo opportuno, si poteva eseguire calcoli anche complessi.

Il modello di abaco più diffuso nel mondo è quello cinese, chiamato **Suan Pan**. Il carattere cinese Suan significa "calcolare" e rappresenta un antico abaco di bacchette di bambù tenuto da due mani.

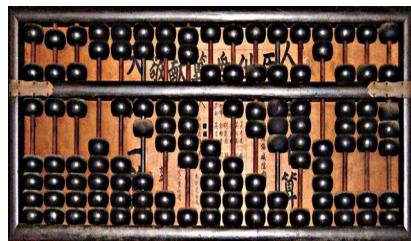


In giappone l'abaco è chiamato **Soroban**. E' leggermente diverso dal modello cinese, ma il principio di funzionamento è molto simile.

In russia si usa ancora un altro modello di abaco, detto **scëty**. Confrontando le immagini nella pagina seguente, è facile notare le differenze.



**abaco giapponese**



**abaco cinese**



**abaco russo**

Per i calcoli più complicati venivano usati grandi **tavoli da calcolo**, sui quali i numeri erano segnati da gettoni, spostando i quali si eseguivano i calcoli.

L'uso dei tavoli da calcolo continuò in pratica fino al Cinquecento, come dimostra questa antica incisione.



Gettoni da calcolo.  
Secolo XIII-XIV



L'abaco rimase per migliaia di anni l'unico tipo di macchina da calcolo disponibile. Per arrivare a un nuovo tipo di calcolatrice, c'era un problema molto complesso da superare: il "riporto" da un'unità all'altra, dalle unità alle decine, problema che nell'abaco veniva risolto manualmente.

Il problema fondamentale nell'uso dell'abaco era il non permettere di memorizzare le operazioni eseguite: se veniva commesso un errore, era necessario ripetere da capo tutte le operazioni. La difficoltà maggiore stava invece nell'abilità che si doveva acquisire nel movimento delle dita, cosa che si poteva ottenere facendo molto esercizio.

### Vuoi imparare ad usare un abaco?

- ✓ istruzioni: <http://www.giocomania.org/pagine/21667/pagina.asp>
- ✓ giochi interattivi: [www.latecadidattica.it/abaco/indice.htm](http://www.latecadidattica.it/abaco/indice.htm)  
[http://www.studiopk.it/Gioco\\_con\\_abaco.htm#Abaco](http://www.studiopk.it/Gioco_con_abaco.htm#Abaco)  
<http://www.baby-flash.com/abaco1/abaco1.swf>

## IL QUIPU

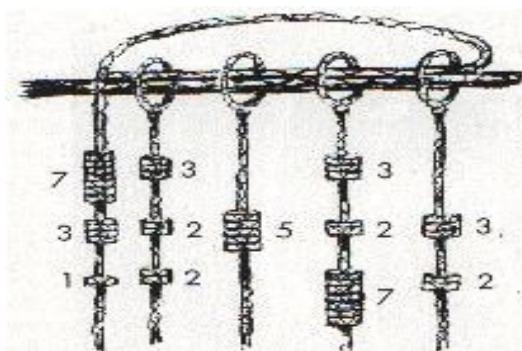
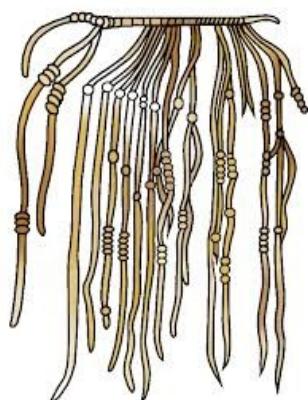
è un sistema di numerazione "a corda". Quando dobbiamo ricordarci qualcosa siamo soliti fare un nodo al fazzoletto. E' un semplice sistema di memorizzazione di dati, così come lo è un rosario che ci ricorda il numero delle preghiere da recitare.

In Africa, presso alcune tribù, quando il marito parte, lascia alla moglie una cordicella con tanti nodi quanti sono i giorni della sua assenza. La moglie, sciogliendo un nodo al giorno saprà quando il marito tornerà.

Erodoto racconta che il re Dario di Persia utilizzò lo stesso sistema: lasciò alle sue truppe di guardia a un ponte una corda con sessanta nodi da sciogliere uno al giorno. Se una volta sciolti tutti i nodi non avesse fatto ritorno, i soldati dovevano abbandonare la posizione e ritirarsi.

Anche i mugnai tedeschi avevano l'abitudine di fare tanti nodi ai sacchi quanti erano i chili di farina in essi contenuti.

Ma il sistema di numerazione a corda più importante, originale e complesso fu quello ideato dagli Inca. Più che pallottolieri o abachi, i quipu erano registri, sui quali i funzionari segnavano i dati dei loro inventari. Il colore di ogni cordicella indicava la natura dell'oggetto registrato e una serie di nodi ne indicava la quantità, secondo un sistema di numerazione decimale, posizionale, per cui lo stesso nodo poteva assumere un valore diverso, a seconda della posizione in cui si trovava. E lo zero era segnato con una posizione vuota.



Da una corda principale, lunga circa 50 cm, pendevano diverse cordicelle colorate sulle quali si facevano i nodi.

All'estremità inferiore della corda si ponevano le unità, sopra le quali si trovavano le decine e via via, più in alto, le unità superiori, sempre più vicine alla corda principale.

Su quest'ultima si trovavano i nodi che rappresentavano la somma dei numeri segnati sulle varie cordicelle appese.

*Il disegno sopra appresenta la somma :  $32+327+50+322=731$  riportata su un quipu.*

## APPROFONDIMENTO: SISTEMI DI NUMERAZIONE

I sistemi di numerazione anticamente utilizzati erano di tipo **additivo** e, successivamente, di tipo **posizionale o misto**.

Capiamo insieme cosa significano questi termini:



- **Additivo** significa "aggiungere", pertanto se io scelgo il simbolo anfora devo aggiungere un simbolo anfora per ogni altra anfora che conto. Semplice!



1



2



3

- Un sistema di numerazione si dice invece **posizionale** quando i simboli usati assumono valori diversi a seconda della posizione che occupano.

Esempio:

nel sistema di numerazione arabo, quello più comunemente usato oggi al mondo, la prima cifra da destra a sinistra esprime il numero delle unità, la seconda quello delle decine, la terza quello delle centinaia, la quarta quello delle migliaia, e così via. Per esempio il numero 555 si legge: 5 centinaia, 5 decine, 5 unità (cinquecentocinquantacinque). La stessa cifra 5 quando si trova nella prima posizione (sempre contando da destra) ha valore cinque, nella seconda posizione ha valore cinquanta, nella terza posizione ha valore cinquecento.

**CENTINAIA DECINE UNITÀ'**

**5 5 5**

- Il sistema di numerazione **misto** utilizza sia il posizionale sia l'additivo come fecero, ad esempio, i Sumeri, che utilizzarono il sistema additivo per contare sino a 59 e il sistema posizionale per i numeri a seguire.

## APPROFONDIMENTO: LE BASI NUMERICHE

Un sistema posizionale puro come il nostro è basato su basi diverse.

### La base 2 :

**vi sono solo due simboli, che potremmo chiamare 0 e 1.**

Se il simbolo è nella prima posizione a destra, il suo valore è 0 oppure 1.

Se il simbolo è nella seconda posizione da destra, il suo valore è 0x2 oppure 1x2.

Se il simbolo è nella terza posizione il suo valore è 0x3 oppure 1x3

Se il simbolo è nella quarta posizione il suo valore è .....

Questo è il codice adottato dai calcolatori elettronici.



### La base 10:

**Vi sono dieci simboli che conosciamo come**

**0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,**

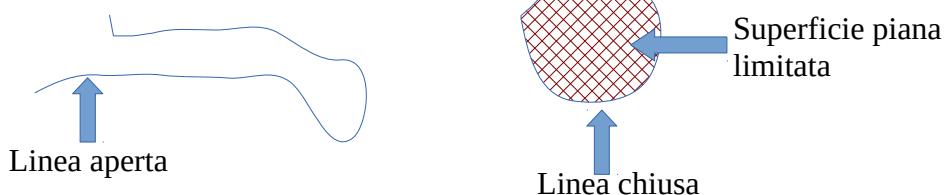
Se il simbolo 3 è nella posizione più a destra, il suo valore è 3x1.

Se lo stesso simbolo è nella seconda posizione a partire da destra il suo valore è 3x10 e così via.

Ad esempio, come ben sappiamo, 358 vale  $8 \times 1 + 5 \times 10 + 3 \times 100$

## APPROFONDIMENTO: EQUIVALENTE

**Definizione:** Si definisce **superficie piana limitata** una parte di piano delimitata da una linea chiusa.

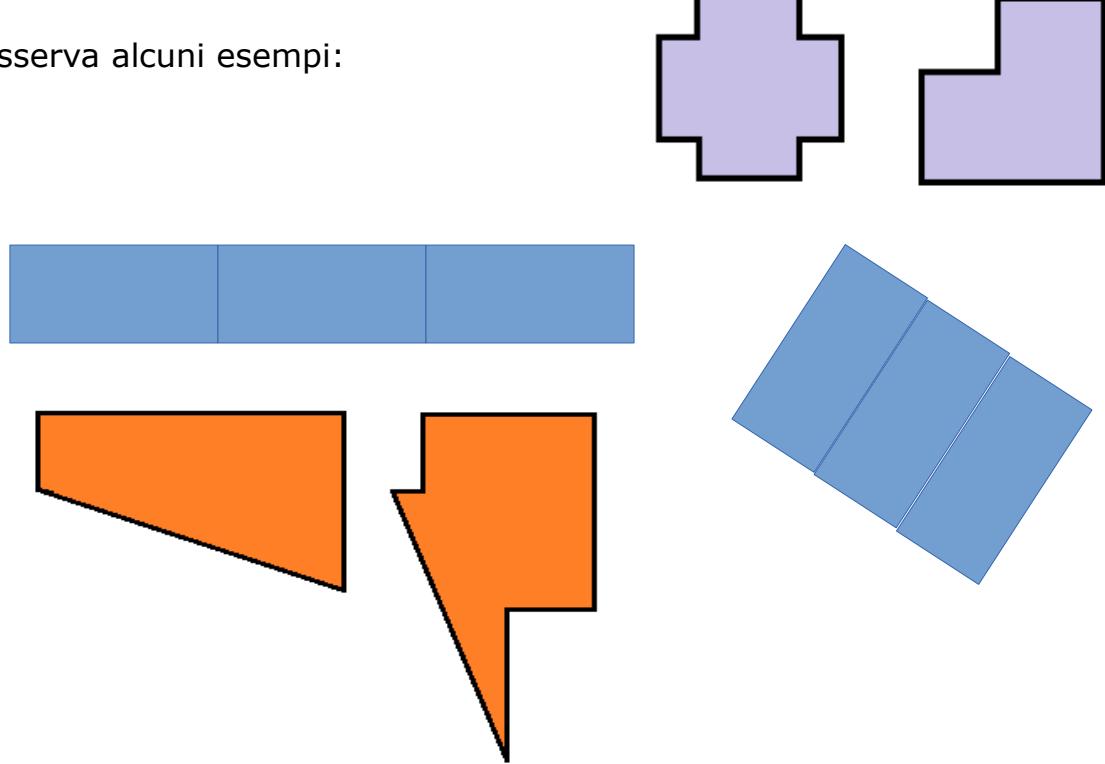


**Definizione:** Due superfici si dicono **equivalenti** quando le aree delle due superfici sono uguali tra loro (equiestese).

Per indicare che una figura  $A$  è equivalente ad una figura  $B$  si scrive  $\mathbf{A} = \mathbf{B}$ .

Per capire praticamente il concetto di equiestensione possiamo dire che due superfici hanno la stessa estensione se per verniciarle è necessaria la stessa quantità di vernice.

Osserva alcuni esempi:



## APPROFONDIMENTO: LE SCUOLE GRECHE

In Grecia la matematica si sviluppò in centri che erano definiti "scuole".

Ogni scuola aveva uno o più maestri attorno ai quali si raccoglievano i discepoli. Tra queste ricordiamo: la **scuola ionica**, perché fu la prima, e la **scuola pitagorica** per il suo importante contributo allo sviluppo della matematica.

Il maggiore rappresentante della scuola ionica fu **Talete di Mileto** (VI secolo a.C.), il quale fu un importante filosofo, matematico, astronomo.

Talete, a dimostrazione delle sue conoscenze scientifiche, predisse che il 28 maggio del 585 a.C. si sarebbe verificata una eclissi solare. Accadde veramente e questo episodio è passato alla storia perché gli eserciti di Persia e di Lidia in guerra da anni, terrorizzati dall'eclissi, si rifiutarono di combattere e raggiunsero una tregua. La data è per noi importante perché è il primo evento storico di cui conosciamo *esattamente* la data.

Il nome di Talete è legato ad alcuni teoremi geometrici, così come a numerosi aneddoti, come quello del calcolo dell'altezza della piramide di Cheope.

**Pitagora** nacque a Samo nel sesto secolo a.C. Da Samo si trasferì prima a Crotone e poi a Taranto dove fondò una importante scuola i cui alunni erano chiamati "*mathematikoi*". Vi si studiava matematica ma anche religione, musica e altre discipline.

Pitagora era un grande oratore e filosofo, oltre che matematico: secondo lui la matematica e i numeri erano il principio fondamentale di tutte le cose e l'unico modello utile per spiegare l'universo.

Famosissimi sono: la **tabella pitagorica** → ed il **teorema di Pitagora** che ancora oggi studiamo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144

*'Nei triangoli rettangoli, l'area del quadrato costruito*

*sull'ipotenusa è uguale alla somma delle aree dei quadrati costruiti sui cateti'.*

Le scuole greche furono molte, così come gli importanti studiosi che le animarono: Euclide, Archimede e molti altri ancora.

Approfondisci in rete:

<http://matematicamedie.blogspot.it/2010/01/talete-e-lombra-della-piramide.html>

<http://win.icnegrar.org/media/lavori/talete/piramide/piramide.htm>

<http://www.youmath.it/formulari/formulari-di-geometria-piana/647-teorema-di-talete.html>

[http://www.youtube.com/watch?v=sMVGvCb\\_9eQ](http://www.youtube.com/watch?v=sMVGvCb_9eQ)

<http://www.youtube.com/watch?v=CuhBpHhsAYo>

<http://www.youtube.com/watch?v=8ZJ0zMem3DA>

<http://www.youtube.com/watch?v=UpooBqX5Uo8>

<http://progettomatematica.dm.unibo.it/ARCHIMEDE/introduzione.html>

## APPROFONDIMENTO: NUMERI POSITIVI E NUMERI NEGATIVI

I numeri ai quali si antepone il segno + o il segno – si chiamano “numeri con segno oppure **numeri relativi**”.

- I **numeri relativi** preceduti dal segno + sono detti **numeri positivi**, quelli preceduti dal segno – si chiamano **numeri negativi**.

Quando il segno non è indicato, il numero è positivo.

Quindi il segno + è equivalente a nessun segno.

L'insieme dei numeri relativi viene indicato con il simbolo **z**.

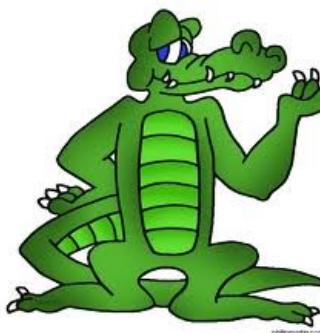
Un numero relativo è formato da due componenti:

- la prima componente è il segno + o –
- la seconda componente è un numero n chiamato modulo o valore assoluto

I numeri relativi possono essere rappresentati geometricamente con i punti di una retta orientata:



NEGATIVO



POSITIVO

## APPROFONDIMENTO: ALGORITMO

Ti sei mai soffermato a pensare a quanti problemi risolfi in una giornata, a quante decisioni prendi?

Cosa mangio a colazione? come mi vesto? quali amici invito alla festa? cosa guardo in tv? Forse non lo sai ma inconsapevolmente, ogni giorno, costruisci tantissimi algoritmi (procedimenti per risolvere problemi).

**Definizione:** « **Algoritmo:** sequenza logica di istruzioni elementari che, eseguite in un ordine stabilito, permettono la soluzione di un problema in un numero finito di passi ».

Quando ti si presenta un problema e vuoi creare un algoritmo, devi innanzitutto riflettere, individuare gli elementi noti, ovvero i **DATI**, dai quali devi partire per arrivare a trovare gli altri elementi del problema, le **INCognite**.

Solo dopo aver chiarito bene quali sono i dati e le incognite puoi passare alla fase risolutiva del problema.

### Un esempio?

Risolfi il seguente problema:

Oggi devi andare a scuola, hai lezione di italiano, francese e ginnastica.

Cosa metti nello zaino?



1. **Identifichi il problema:** devo andare a scuola e devo mettere in cartella tutto il necessario

2. **isol i dati:** devo fare italiano, francese, ginnastica

3. **le incognite:** cosa metto nello zaino?

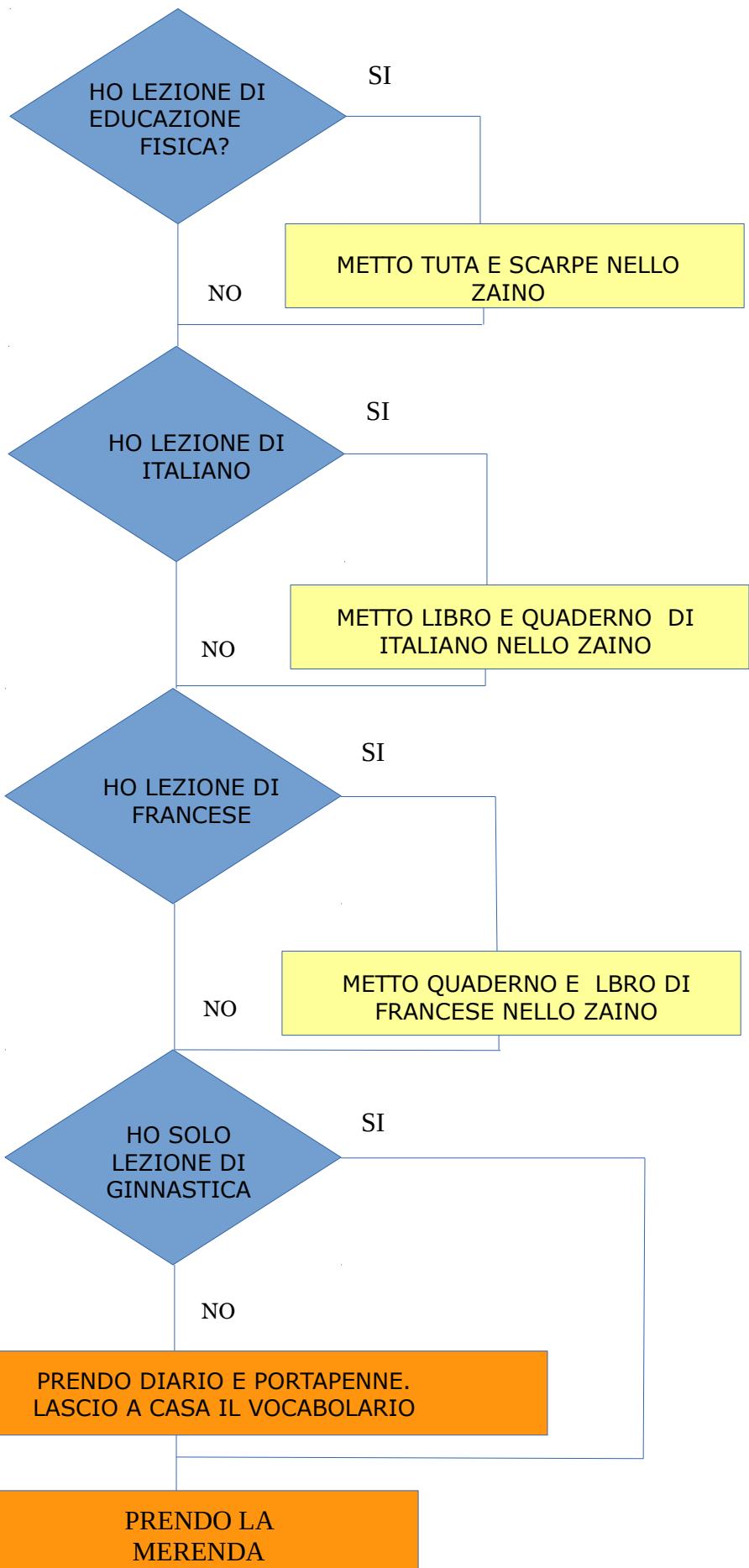
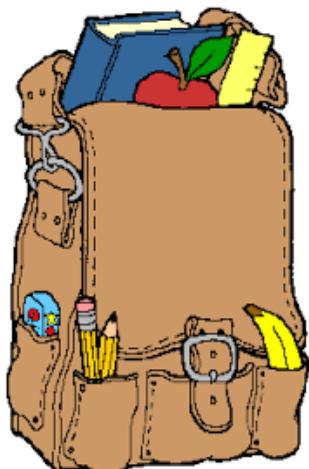
4. **cerchi la soluzione migliore:**

metto nello zaino tuta e scarpe da ginnastica, libro e quaderno di italiano e francese, diario, portapenne e merenda.

Lascio a casa il vocabolario perché è troppo pesante e posso usare quello della biblioteca.

**I diagrammi di flusso (in inglese "flowchart") servono a rappresentare graficamente, in modo chiaro e preciso la successione delle operazioni necessarie per risolvere un problema, ovvero gli algoritmi.**

Nella pagina seguente puoi osservare il diagramma di flusso dell'algoritmo in esempio.



*LIBRETTO*



*TUTTO MECCANICO*



### *Contare, calcolare, elaborare dati*

Come abbiamo visto nel libretto precedente, le origini del calcolo automatico, ovvero delle "macchine aritmetiche", sono antichissime.

Tremila anni prima di Cristo, circa, i Sumeri utilizzavano tavolette di argilla per aiutarsi nelle operazioni di calcolo.

Successivamente i Romani fecero largo uso di tavole di calcolo in pietra e in metallo, anticipando il noto abaco cinese che, arrivato a noi tramite gli Arabi, rimase in uso fino al XVIII secolo.

Il nostro racconto prosegue in questo secondo libretto, intitolato "Tutto meccanico".

Prenderemo in considerazione un periodo storico compreso tra il 1500 e i primi anni del 1900.

Incontreremo personaggi famosi (scienziati, inventori, tecnici e persino una affascinante contessa) che, con le loro intuizioni, scoperte e invenzioni hanno tracciato la strada verso la creazione di una nuova scienza, l'informatica, e l'ideazione dei calcolatori così come, oggi, noi li conosciamo.

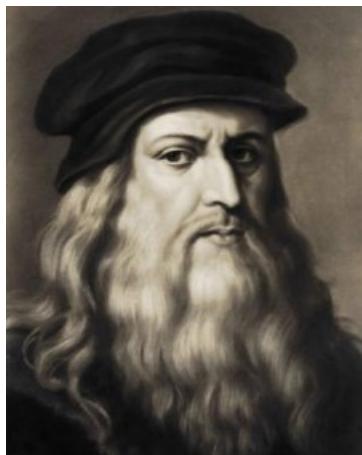
# MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO



DAL 1500 AL 1600

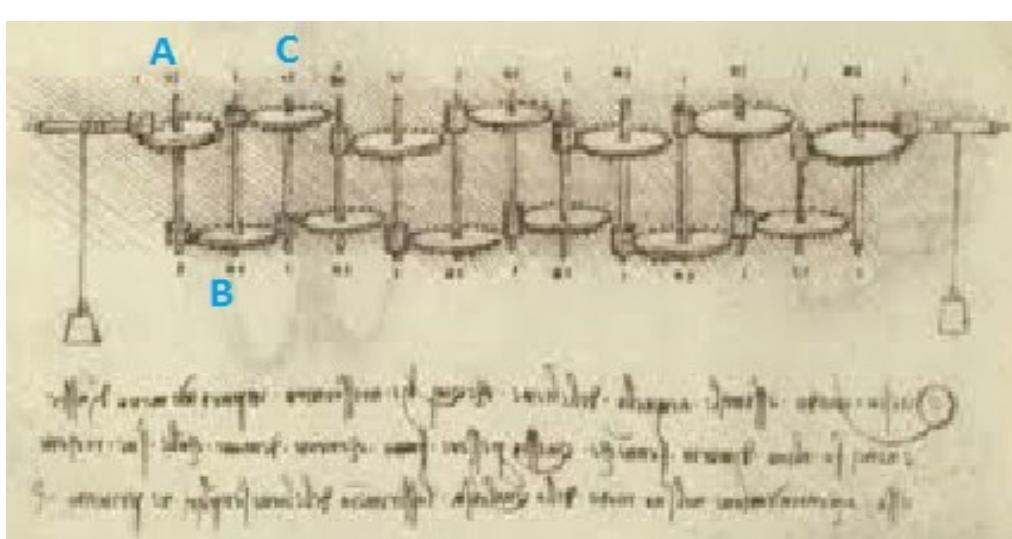
Come abbiamo visto nel libretto precedente, le origini del calcolo automatico, ovvero delle "macchine" aritmetiche sono antichissime.

Tremila anni prima di Cristo i Sumeri usavano tavolette di argilla per aiutarsi nelle operazioni di calcolo. I Romani e i Greci fecero largo uso di tavole di calcolo in pietra e in metallo, anticipando il noto abaco cinese che, arrivato a noi tramite gli Arabi, rimase in uso sino al XVIII secolo.



Nel 1966, in un archivio della Biblioteca Reale di Madrid furono ritrovati alcuni manoscritti di **Leonardo da Vinci** (risalenti al **1500** circa), che si pensavano perduti. Uno dei manoscritti rappresenta il principio di funzionamento di quella che può essere considerata la prima calcolatrice meccanica della storia.

Appare evidente dalla figura seguente, che **dieci** piccole rotazioni della ruota dentata **A** produce una rotazione elementare, pari a un decimo di giro, della ruota dentata **B**. A sua volta dieci rotazioni della ruota dentata **B** producono una rotazione elementare della ruota **C**. Pertanto occorrono 100 rotazioni della ruota **A** per produrre una rotazione elementare della ruota **C**. E così via. Quello rappresentato da Leonardo nel suo disegno è chiamato *il principio dell'orologio*, in quanto, per molti secoli, il funzionamento degli orologi si è basato su componenti a ruote dentate come quelle rappresentate in figura.



In sostanza, il meccanismo ideato da Leonardo attua quella che potremmo chiamare la “*trasmissione del riporto*”.



*Supponiamo, ad esempio, che per eseguire il calcolo 7+5 la ruota A venga sottoposta prima a 7 rotazioni elementari e poi ancora ad altre 5 rotazioni elementari. A questo punto la ruota A si trova nella posizione che avrebbe occupato se fosse stata sottoposta a due rotazioni elementari mentre la ruota B si trova nella posizione che avrebbe occupato se fosse stata sottoposta a una rotazione elementare. Così la ruota A rappresenterà la cifra 2, la ruota B rappresenterà la cifra 1, in modo da rappresentare in totale il numero 12.*

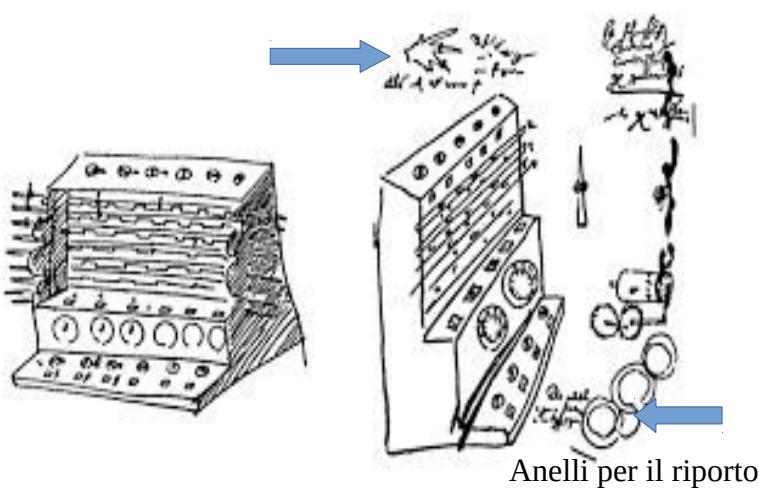
Quella tecnica avrebbe consentito di superare in maniera meccanica uno dei limiti dell'abaco che era il riporto da una unità all'altra che, nell'abaco, veniva fatto manualmente.

Quella macchina, come molte altre, non fu mai costruita da Leonardo e, probabilmente, non sarebbe stata in grado di funzionare a causa delle limitate conoscenze tecniche di quel tempo tempo.



Dopo Leonardo da Vinci, **Wilhelm Schickard**, un matematico tedesco, ideò **nel 1623** uno strumento di calcolo meccanico basato sul movimento di ruote dentate.

Il progetto prevedeva una **serie di anelli** da infilare nelle dita per memorizzare il riporto e un campanello suonava per avvisare quando era ora di infilarne un altro.



**L'orologio calcolatore**, così lo chiamò il suo inventore, era destinato ad un altro grande scienziato tedesco, Giovanni Keplero, che però non lo potè usare: il prototipo venne distrutto in un incendio e di quel progetto non rimangono che alcuni disegni.



Nel **1620** **Edmund Gunter**, matematico e astronomo inglese, ideò e realizzò un altro importante strumento per il calcolo che serviva per calcolare prodotti, potenze, radici quadrate e cubiche. Quello strumento era: **il regolo calcolatore**

Geometri, ingegneri, architetti lo sostituiranno solo dalla seconda metà del 1900 con la calcolatrice tascabile.

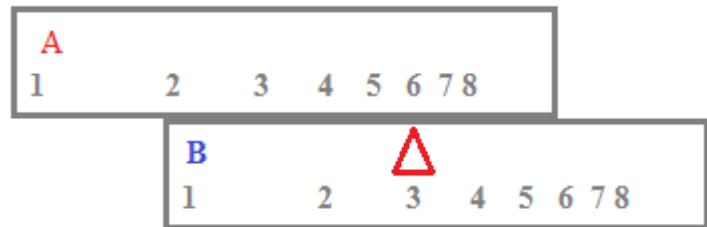


Il regolo è composto da un **righello fisso** e da un **righello scorrevole**. Sui due righelli sono riportati i valori dei numeri in una scala opportuna, detta "scala logaritmica". \* Il suo funzionamento è piuttosto complesso, proviamo insieme a fare una semplice operazione:  $2 \times 3$ .

Si posiziona l'inizio del righello scorrevole **B** nella posizione **2** del righello fisso **A**.

Si cerca il valore tre sul righello scorrevole **B**.

Il risultato dell'operazione si trova sul righello fisso esattamente sopra la posizione occupata dal valore tre del righello scorrevole.



**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: regolo calcolatore**



\***Breve nota sui logaritmi.**

Vediamo dapprima con un semplice esempio, cos'è un esponenziale: l'esponenziale "2 elevato 3" è definito come il prodotto del numero 2 per se stesso eseguito tre volte ( $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ ).

Il numero due è chiamato **base**, il numero tre **esponente**.

Altro esempio:  $3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$

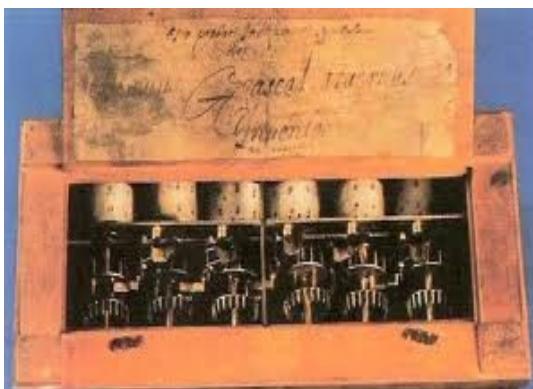
Il logaritmo di un numero in una data base è l'esponente che occorre dare a quella base per trovare il numero desiderato.

Ad esempio, il logaritmo di 8 in base 2 è 3; il logaritmo di 81 in base 3 è 4.

**Blaise Pascal**, nel **1642**, a soli diciannove anni costruì la prima *calcolatrice meccanica*.

Il funzionamento della calcolatrice di Pascal era basato sul principio della calcolatrice di Leonardo, ossia su ingranaggi meccanici, così come tutte le calcolatrici meccaniche che seguirono, sino alla metà del 1900, quando furono soppiantate dalle calcolatrici elettroniche.

La realizzazione della "**pascalina**" fu possibile perché si fusero due scienze: la matematica del calcolo e la tecnologia dell'orologio.



Infatti essa era formata da una serie di ingranaggi dentati con sopra scritti i numeri da 0 a 9. Il primo ingranaggio indicava le unità; ad ogni suo giro completo corrispondeva lo spostamento di un numero del secondo ingranaggio, che indicava le decine, e così via, fino alle centinaia di migliaia (logica del "riporto automatico"). Per farla funzionare bastava una manovella.

La pascalina si basava, come l'abaco, sul valore di posizione. Il suo limite stava nel fatto che permetteva di eseguire solo addizioni e sottrazioni.



Nel **1674** **Gottfried Wilhelm Leibniz** presentò a Londra il suo progetto, denominato *Stepped Reckoner* (*calcolatrice a scatti*), in grado di eseguire anche moltiplicazioni e divisioni, superando così il limite della "pascalina".

Il principio della moltiplicazione era relativamente semplice: sommare successivamente il moltiplicando per un numero di volte pari al moltiplicatore.



Il prototipo presentato a Londra nel 1674 incontrò molte difficoltà nel suo funzionamento, per cui il suo inventore terminò lo sviluppo completo della macchina soltanto nel 1694.

**Il contributo di Leibniz alla storia del calcolo è considerato fondamentale in quanto a lui si deve la scoperta del *sistema di numerazione binario* che troverà applicazione due secoli dopo, come vedremo. Sul sistema binario si basa il funzionamento di tutti i computer moderni.**

## DAL 1700 AL 1900

**Il '700** fu il secolo della grande esplosione della scienza e della tecnica, il secolo in cui si posero le basi della prima rivoluzione industriale.

La mentalità dell'epoca portava tuttavia ad apprezzare di più le cose che facevano stupire rispetto a quelle di uso pratico.

Così ebbero un grande successo i giocattoli meccanici, denominati "automi", animati da congegni di orologeria anche molto complicati, nascosti al loro interno.



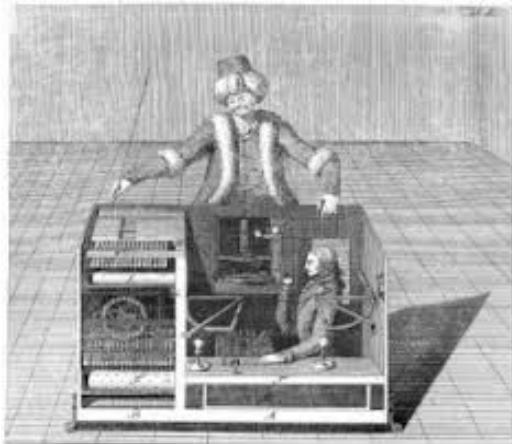
Tra questi ricordiamo i 'tre automi' di Jacquet-Droz, presentati alla corte di Luigi XVI e oggi conservati al Museo di Storia di Neuchatel.

Si tratta dello "Scrivano", che scrive qualunque frase gli venga dettata purché non abbia più di 40 lettere; del "Disegnatore" che fa il ritratto a chi lo guarda e della "Musicista", una dama altera e seria, che mentre suona gonfia il petto e muove gli occhi.



Ma la più famosa di tutte fu la macchina capace di giocare a scacchi la cui creazione fu anch'essa dovuta alla necessità di stupire.

Alla corte dell'imperatrice Maria Teresa, a Vienna, dove si cercava di vincere la noia con giochi di prestigio, di magnetismo e di magia, l'imperatrice invitò un esperto in meccanica, idraulica e fisica, il barone von Kempelen, per cercare di smascherarne i trucchi. Il barone non riuscì nel suo intento e allora l'imperatrice, delusa, lo incaricò di creare un gioco in grado di far stupire la corte. Fu così che il barone Wolfgang Von Kempelen, che era sostanzialmente un brillante inventore, nel 1769 costruì il "Turco", il primo giocatore automatico di scacchi. La macchina è interessante soltanto dal punto di vista meccanico, in quanto la componente logica è una truffa, nascondendo la macchina al suo interno un giocatore in carne ed ossa, come si può capire dall'immagine nella pagina seguente, che ritrae la famosa macchina.



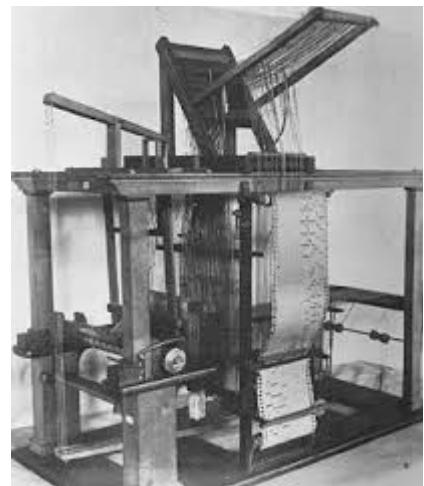
Comunque Von Kempelen progettò anche, e questa volta senza imbrogli, un letto mobile per la regina ammalata Maria Teresa, una macchina da scrivere per una pianista cieca, alcuni apparecchi di ausilio ai sordi e un primo prototipo di macchina parlante.

**Chiudiamo ora questa breve parentesi dedicata ai giochi meccanici e torniamo alla nostra storia.**

**Nel 1700** l'industria tessile era in forte espansione e molti furono i tentativi di migliorare l'efficienza dei telai per la tessitura.

Nel **1725** Basile Bouchon usò rotoli di carta perforata su telai per regolare il motivo ornamentale da riprodurre sulla stoffa, e nel 1726 il suo collaboratore Jean-Baptiste Falcon, operaio tessile di Lione, sviluppò un prototipo di **telaio programmabile semi-automatico**. Il telaio si poteva programmare descrivendo il disegno del tessuto su più **schede perforate**.

**Nacque così l'idea di programma.**



Il concetto di "programmazione" si ritrovava anche in alcuni strumenti musicali molto diffusi nel XVIII secolo, come gli automi musicali e i carillon in grado di riprodurre motivi musicali.

La macchina tessile di Falcon venne dimenticata fino al **1801**, quando **Joseph Marie Jacquard** ne inventò una versione industrializzabile.



L'imprenditore francese pensò d'introdurre nei telai di legno della sua azienda di Lione, che produceva stoffe, delle lunghe schede di cartone forato: ad ogni scheda corrispondeva un preciso disegno, rappresentato da forellini.



Dal 1804 al 1814 furono prodotti più di 100.000 telai Jacquard.

*In questa immagine il telaio Jacquard viene presentato a Napoleone Buonaparte.*

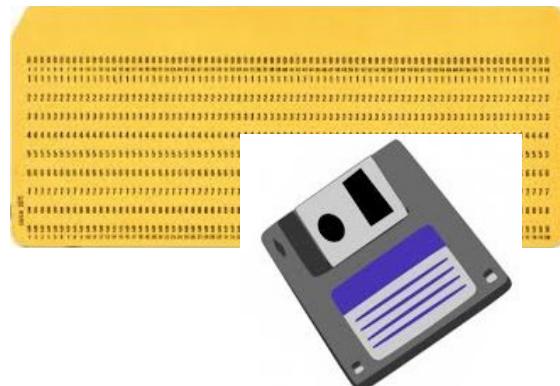


Le **schede perforate** erano fatte di cartoncino e, grazie alla presenza o l'assenza di fori messi in posizioni definite, servivano per registrare le informazioni e le istruzioni necessarie a far funzionare le macchine.

Le schede perforate avevano un angolo tagliato per evitare che la scheda potesse essere inserita al contrario. Se la scheda veniva inserita nel lettore in modo sbagliato andava a colpire una levetta che attivava un micro interruttore e fermava la macchina.

Il sistema delle schede perforate restò in uso fino al 1980 e fu utilizzato per dare istruzioni ai primi computer.

Fu sostituito dai floppy-disk.



**Nel 1835**, una nuova invenzione veniva effettuata da **Joseph Henry**, uno scienziato statunitense:  
**il relè**.

Il relè è un apparecchio elettromeccanico, ancora oggi utilizzato, ad esempio, negli impianti elettrici delle nostre case. In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.

I primi calcolatori elettronici furono basati su relè.



[\*\*VAI ALL'APPROFONDIMENTO: il relè\*\*](#)



Al secondo congresso degli scienziati italiani, o meglio, come si diceva allora, dei filosofi italiani, organizzato dall'Accademia delle Scienze di Torino nel **1840**, venne invitato dal re Carlo Alberto anche **Charles Babbage**. In quella circostanza Babbage presentò alla comunità scientifica mondiale, per la prima volta, il frutto del suo lavoro: i disegni ed il modello di alcune parti della sua "Analitical Engine", o "Macchina Matematica". Il tutto era contenuto in un enorme baule.

Babbage era un matematico inglese che insegnava matematica all'Università di Cambridge e che aveva abbandonato la teoria per lanciarsi, anima e corpo, nello studio e nel progetto del **primo calcolatore programmabile** della storia. L'aggettivo "programmabile" riassume in sé l'importanza della rivoluzione rappresentata dal calcolatore di Babbage.

Come abbiamo visto, nella storia dell'umanità molti strumenti e molte soluzioni erano stati proposti per eseguire calcoli matematici, ma tutti eseguivano le operazioni una alla volta, lasciando all'operatore il compito di organizzare la sequenza delle operazioni e di memorizzare i risultati intermedi. Invece, il calcolatore di Babbage riceve in ingresso, separatamente, l'insieme dei dati su cui operare e la sequenza delle istruzioni, ossia degli ordini che specificano le operazioni da eseguire su quei dati e sui risultati intermedi.

**Per questa novità assoluta, secondo molti studiosi, la storia dell'informatica inizia nel 1940, con la presentazione del calcolatore di Babbage alla comunità scientifica.**

Babbage non trovò mai il tempo necessario per descrivere la sua invenzione in un articolo scientifico. Così, **Luigi Federico Menabrea**, giovane tenente del genio che diventerà poi un grande patriota e presidente del consiglio del Regno d'Italia, venne incaricato dall'allora presidente dell'Accademia delle Scienze di Torino, Giovanni Plana, *di descrivere la macchina di Babbage*.

Menabrea produsse una splendida descrizione che fu presentata nel 1842 alla "Biblioteque Universelle de Geneve" e che ebbe grande importanza concettuale e storica tanto da poter essere considerato da molti come *il primo lavoro scientifico della storia dell'informatica*.



Nove mesi dopo la sua pubblicazione, l'articolo di Menabrea venne tradotto in inglese e ampiamente commentato da **Ada Byron**, figlia del famoso poeta inglese lord Byron, contessa di Lovelace.



I commenti di Ada Byron ebbero un grande valore scientifico, per cui oggi Ada viene ricordata come **la prima programmatrice della storia**, per aver scritto un programma per la soluzione di un importante problema matematico (la determinazione dei numeri di Bernoulli), nonché come l'autrice del primo articolo della scienza dell'informazione (facendo torto a Menabrea). In una delle sue note Ada iniziò quello che da allora è noto come il "Regime di Lovelace", asserendo che una macchina può fare solo ciò che le si ordina e nient'altro: *"La macchina matematica non ha la pretesa di creare nulla. Può analizzare, ma non ha le capacità di anticipare le connessioni o le verità analitiche. L'unica sua funzione è quella di rendere accessibili le conoscenze già acquisite"*. È questo un punto di grande interesse storico perché, secondo alcuni studiosi, con l'avvento dell'Intelligenza Artificiale il Regime di Lovelace è finito.

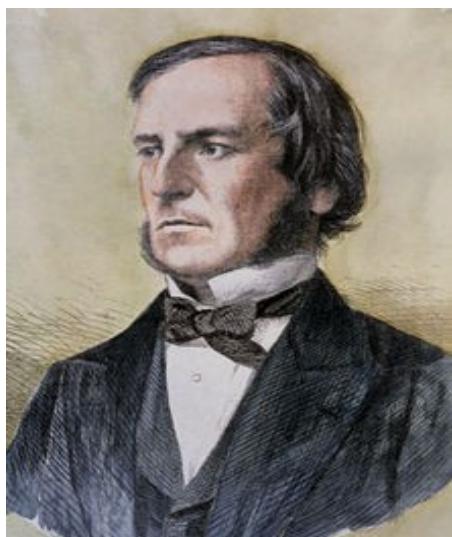
Inoltre Ada scrisse un programma per suggerire i nomi dei cavalli su cui scommettere nelle gare ippiche. Questa idea ha valore storico e avrebbe dovuto conferirle il titolo della prima programmatrice di un "sistema esperto", ossia di un sistema di calcolo che incorpori le conoscenze di un esperto in un dato settore. Per il momento la comunità scientifica non le ha ancora attribuito questo riconoscimento, forse perché quel sistema esperto non funzionò e Ada fu costretta a vendere i gioielli di famiglia per pagare i debiti di gioco.

In suo onore, il linguaggio voluto dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti per risolvere il problema della standardizzazione del software venne chiamato "Ada". Ancora oggi, molti sono gli omaggi rivolti a questa importante studiosa.

**Quella di Ada Bayron è l'unica presenza femminile in un universo, quello informatico, di assoluto dominio maschile e la sua storia appassionante merita un approfondimento, destinato ai più grandi:**

[http://nid.dimini.uniud.it/history/papers/longo\\_bonfanti\\_08.pdf](http://nid.dimini.uniud.it/history/papers/longo_bonfanti_08.pdf)

**George Boole**, famoso matematico inglese, diede un importante contributo alla scienza dell'informazione. Sviluppando i concetti espressi da Leibniz sul sistema binario, descrisse gli operatori logici detti “**operatori booleani**”.



Nel 1854 pubblicò “*An investigation into the Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of Logic and Probabilities*”. E' un articolo di importanza fondamentale in quanto pone le basi dei principi di funzionamento dei calcolatori elettronici.

La sua logica sta infatti alla base della struttura dei componenti elettronici denominati “porte logiche”.

Tuttavia il suo lavoro fu considerato “pura matematica” sino al 1938 quando Claude Shannon dimostrò che la logica di Boole, poteva essere utilizzata per rappresentare le funzioni degli interruttori nei circuiti elettronici.

**Il lavoro di Boole è così importante che abbiamo pensato di spiegare, sintetizzandoli, i principi esposti nel suo articolo.**

**Per semplificare, parleremo di logica degli elefanti (e degli uomini).**

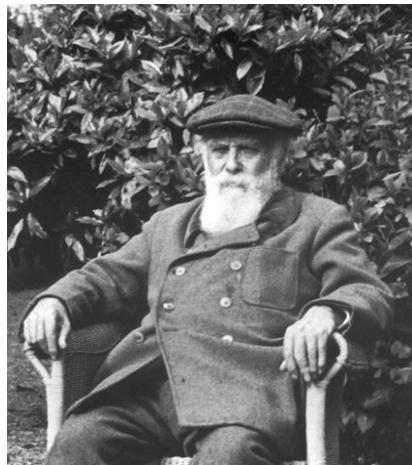


**VAI ALL'APPROFONDIMENTO: la logica degli elefanti**

## **Camillo Olivetti**

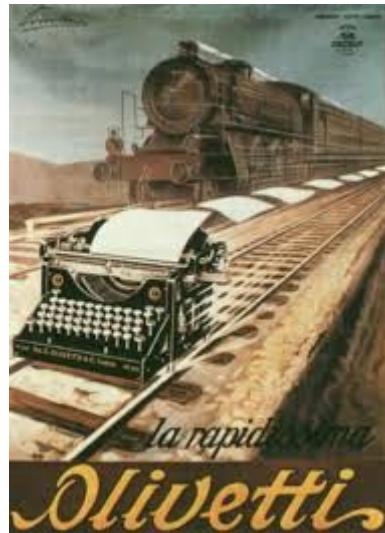
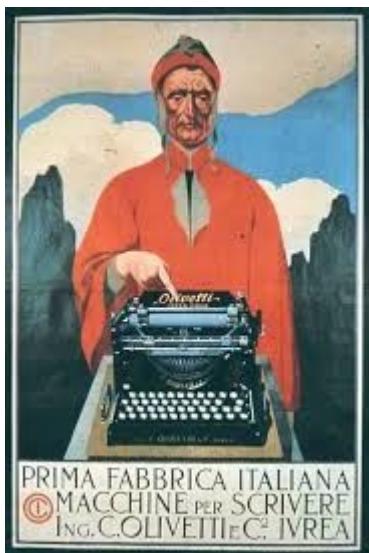
Nella seconda metà del XIX secolo, iniziarono a diffondersi le macchine per scrivere. La storia della loro invenzione iniziò alcuni secoli prima, e molti furono i tecnici che lavorarono, nel tempo, a questo progetto.

**Nel 1908** l'ingegner **Camillo Olivetti** fondò a Ivrea, cittadina a 40 km da Torino, la prima fabbrica italiana di macchine per scrivere. L'azienda, situata in una officina meccanica di circa 500 mq, contava ben venti dipendenti ed era in grado di produrre 20 macchine da scrivere alla settimana.



La **M1** fu il primo modello innovativo, il gioiello dell'industria meccanica del tempo. Venne presentato all'Esposizione Universale di Torino del 1911 e riscosse grande successo, tanto che ne vennero prodotti circa 6000 esemplari.

Come vedremo più avanti, la Olivetti ricoprirà un ruolo importante nella storia dell'informatica a livello nazionale ed internazionale, allargando nel tempo la sua produzione alle macchine per scrivere elettroniche, alle calcolatrici ed infine ai personal computer.





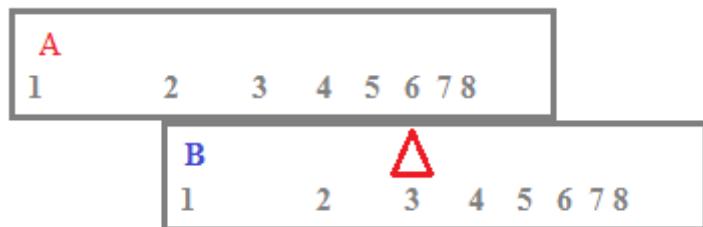
## APPROFONDIMENTI





## APPROFONDIMENTO: IL REGOLO CALCOLATORE

Per meglio comprendere il funzionamento del regolo pensiamo al semplice esempio schematizzato nella figura seguente.



Sui due righelli rappresentati in figura i numeri di cui voglio eseguire il prodotto sono rappresentati su una scala logaritmica. Questo significa che la lunghezza del pezzo di righello compreso tra uno e due è uguale al logaritmo in una opportuna base  $b$  del numero 2, mentre la lunghezza compresa tra 1 e 3 è uguale al logaritmo del numero 3 nella stessa base  $b$ .

Secondo una proprietà fondamentale degli esponenziali:

$$b^A \times b^B = b^{A+B}$$

da cui segue, se  $M = b^A$  e  $N = b^B$ , che

$$\log_b(M \times N) = \log_b M + \log_b N$$

Sul righello superiore si fissa il valore 2 che in realtà sappiamo essere il  $\log_b 2$ ; sul righello inferiore si fissa il valore 3, che in realtà è il  $\log_b 3$ . La somma dei due segmenti produce il valore 6, che nella realtà è il logaritmo di 6.

**In sostanza, il funzionamento del regolo è basato sul fatto che qualunque numero compaia sui righelli e' in realta' il logaritmo del numero indicato.**



## APPROFONDIMENTO: IL RELÈ

Il primo relè fu costruito nel 1835 da Joseph Henry.

Il relè è un apparecchio elettromeccanico utilizzato, ad esempio, nell'impianto elettrico delle nostre case.

**In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.**

Un relè è caratterizzato da un circuito elettrico **i** avvolto attorno a un magnete **M**.

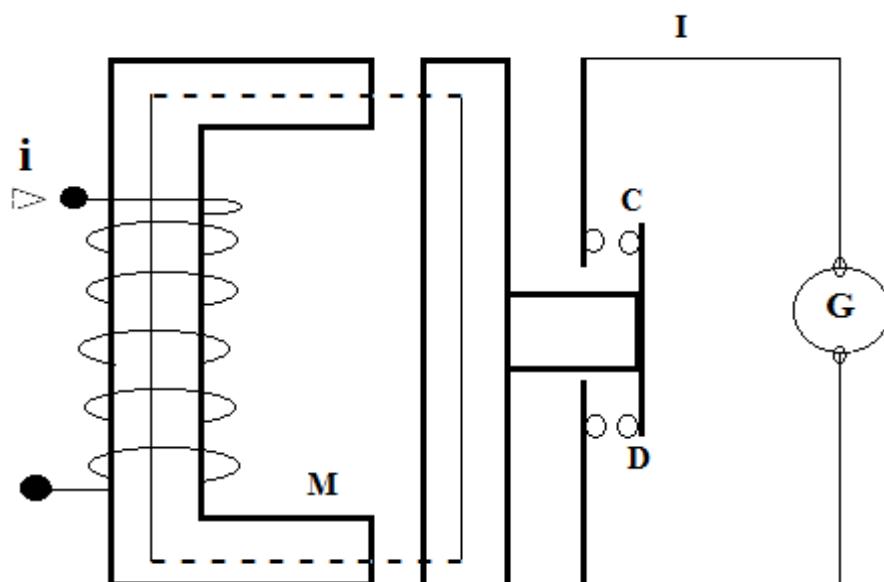
Quando passa corrente nel circuito elettrico, il nucleo si magnetizza ed attrae un interruttore che si chiude su un secondo circuito elettrico **I**.

Così, la corrente che passa nel primo circuito elettrico comanda la chiusura o l'apertura del secondo circuito elettrico **GCD** (corrente **I**).

\*Se **I** e **i** sono due variabili booleane che assumono il valore VERO (o 1) quando passa corrente e il valore FALSO (o 0) quando non passa corrente, possiamo scrivere **I = i**

\*Se invece **I** e **i** sono i valori delle correnti elettriche che passano nei circuiti corrispondenti non è più vero che **I=i**.

Infatti quando **i** è uguale a 0, **I** è anche uguale a 0, ma quando **i** assume un valore sufficiente a provocare la chiusura del circuito, di solito **I** è molto più grande di **i**. Proprio questo fu lo scopo per cui il relè fu inventato.

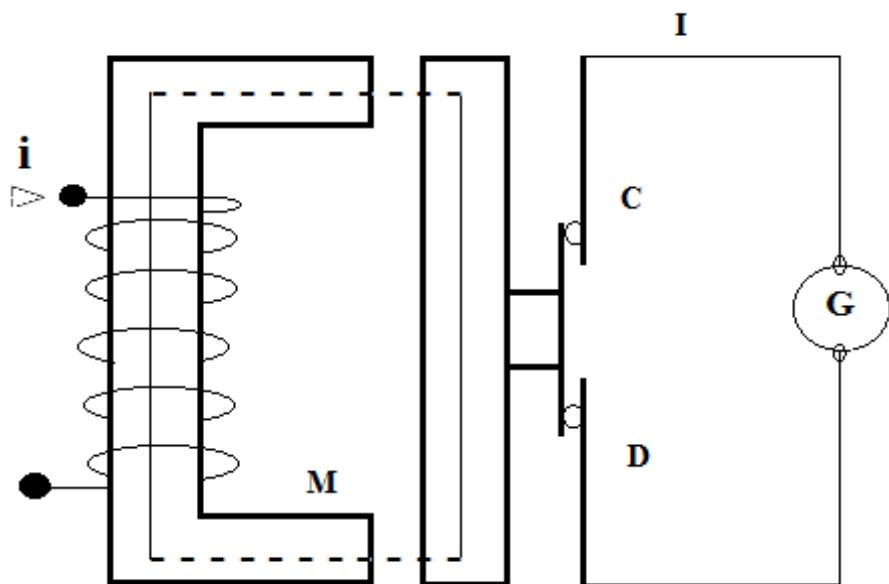


Questo meccanismo si può applicare molte volte, su reti anche complesse di relè.

I relè sono utilizzati negli impianti elettrici domestici, dove permettono, ad esempio, di accendere una lampada da più punti della casa, ma anche in applicazioni più complesse come i sistemi di controllo industriali, o in apparecchiature come il telegrafo.

### **Anche i primi calcolatori elettronici furono basati su relè.**

Una piccola modifica al circuito di sopra ha una funzione interessante:



Infatti, se passa corrente nel circuito **i**, l'interruttore **CD** si apre, per cui non passa più corrente nel circuito di destra **GCD**. Possiamo scrivere la formula booleana **I = i**.

Infatti se passa corrente nel circuito di sinistra **I = VERO**  
e di conseguenza **i=FALSO**  
in quanto non passa corrente nel circuito di destra.

Viceversa, se non passa corrente nel circuito di sinistra e quindi **I = FALSO**  
allora passa corrente nel circuito di destra e quindi **i = VERO**

## APPROFONDIMENTO: LA LOGICA DEGLI ELEFANTI (E DEGLI UOMINI)

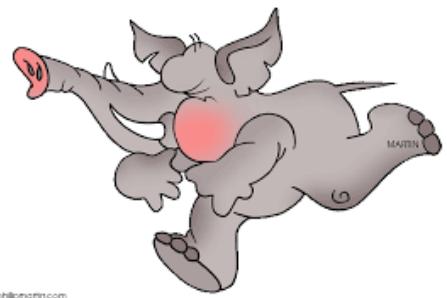


Gli elefanti usano la proboscide, non soltanto per contare, ma anche per dire SI oppure NO. Se la mamma chiede al suo elefantino "Vuoi mangiare un rameotto tenero?" l'elefantino risponde SI alzando la sua piccola proboscide oppure risponde NO abbassandola. Gli elefanti, così come gli uomini, hanno una logica, ossia un modo di ragionare molto raffinato. In questa logica compaiono tre operazioni fondamentali.

**La prima operazione** è quella che viene chiamata dagli studiosi "*disgiunzione logica*" ma che noi, che non amiamo le parole difficili, chiameremo **OPPURE**.

Vediamo un esempio di ragionamento di un elefantino che si domanda se debba fare il bagnetto nello stagno, sapendo che il farlo o non farlo, dipende solo da due eventi, che l'acqua sia fresca oppure no, e che lui stesso sia sporco oppure no.

**NO, IL BAGNETTO NO!**



Prepariamo una tabella che riassume tutti i casi possibili del suo ragionamento.

ACQUA_FRESCA	ELEFANTINO_SPORCO	BAGNETTO
NO	NO	NO
NO	SI	SI
SI	NO	SI
SI	SI	SI

Gli studiosi dei calcolatori prediligono i due simboli 0 e 1 anche per impostare ragionamenti, e quindi:

**"Se una cosa, o una frase è vera, ossia è SI, scriviamo 1; se invece è falsa, ossia è NO, scriviamo 0". Nota bene: in questo caso i due simboli 0 e 1 non hanno alcun valore di quantità.**

Introducendo i due simboli 0 e 1 la tabella dell'operazione logica OPPURE (in inglese OR) è la seguente:

<b>ACQUA_FRESCA</b>	<b>ELEFANTINO_SPORCO</b>	<b>BAGNETTO</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Sicuramente avete notato che abbiamo attaccato le due parole "acqua" e "fresca" con il simbolo di sottolineatura "\_", così come abbiamo attaccato le due parole "elefantino" e "sporco". Abbiamo usato questo simbolo per ricordare che "acqua\_fresca" è un'unica identità, ossia una proposizione che può essere vera (SI o 1) **oppure** falsa (NO o 0).

**La seconda operazione** che vogliamo descrivere è stata chiamata dagli studiosi della logica "[congiunzione logica](#)". Per semplicità noi la chiameremo "E INOLTRE" (in inglese **AND**).

Vediamo un esempio di ragionamento dell'elefantino, che con parole semplici potremmo scrivere così:

"Se vedo una tigre e inoltre la mamma è lontano, devo scappare"

La tabella che riassume tutti i casi possibili e che riassume il suo ragionamento è la seguente:

<b>TIGRE_PRESENTE</b>	<b>MAMMA_LONTANA</b>	<b>DEVO-SCAPPARE</b>
<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>NO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>
<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

Usando i due simboli 0 e 1 tanto amati dagli studiosi dei calcolatori la stessa tabella, ossia la tabella dell'operazione E INOLTRE (in inglese AND), diventa:

<b>TIGRE_PRESENTE</b>	<b>MAMMA_LONTANA</b>	<b>DEVO-SCAPPARE</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Gli studiosi dei calcolatori usano \* (che nei linguaggi di programmazione è il simbolo della moltiplicazione) per indicare l'operazione E INOLTRE.

Anche questa è una scelta infelice, perché la moltiplicazione logica non è parente della moltiplicazione aritmetica, anche se, per una pura combinazione, la tabella della moltiplicazione logica e quella della moltiplicazione aritmetica coincidono.

### Vediamo ora una terza, e ultima, definizione di operazione logica.

E' l'operazione che gli studiosi chiamano "negazione" o "complementazione" e che noi chiameremo "operazione NON" (in inglese NOT).

Partiamo, come nel caso delle due operazioni logiche precedenti, dal ragionamento dell'elefantino, che sa che è molto pericoloso andare a fare il bagnetto nello stagno quando c'è la tigre in giro.

La tabella che riassume il ragionamento dell'elefantino è la seguente:

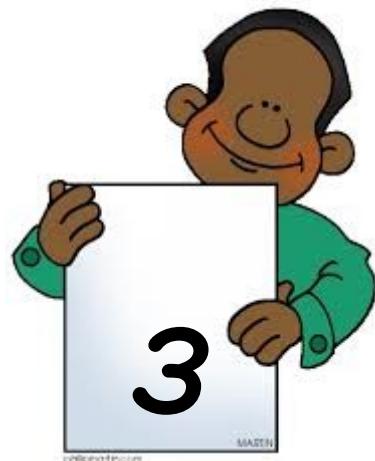
<b>TIGRE_PRESENTE</b>	<b>BAGNETTO</b>
<b>NO</b>	<b>SI</b>
<b>SI</b>	<b>NO</b>

Usando i due simboli 0 e 1 la stessa tabella, o "tabella della negazione", diventa:

<b>TIGRE_PRESENTE</b>	<b>BAGNETTO</b>
<b>0</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>0</b>

Le tre operazioni logiche **AND, OR, NOT**, che abbiamo visto posso essere combinate fra loro in molti modi diversi per rappresentare ragionamenti più complessi.

## LIBRETTO



*la grande svolta*  
**L'ELETTRONICA**





### *Contare, calcolare, elaborare dati*

Matilde e Francesca hanno sintetizzato correttamente quello che abbiamo letto nei due libretti precedenti. A colpirle, in particolar modo, è stata la percezione del tempo trascorso:

- # Sono passati quasi **200.000 anni** dalla comparsa sulla Terra dell'uomo di oggi.
- # Sono trascorsi **trentamila anni**, circa, da quando l'uomo ha iniziato ad avere la "percezione numerica" e circa **seimila anni** da quando ha intrapreso la grande avventura della matematica.
- # L'uomo ha impiegato **pochi secoli** per realizzare strumenti meccanici per calcolare.
- # **Un solo secolo** è trascorso dalla creazione dei primi strumenti di calcolo elettronici.
- # **Mezzo secolo** è passato dalla nascita del primo personal computer.

Pochi dati approssimativi che rendono perfettamente l'idea della rapidità del progresso tecnologico e, conseguentemente, del calcolo numerico.

*Come pensa Pietro, il più discolo della classe, il tempo passa in fretta, ed allora è meglio riprendere il nostro viaggio-studio, alla scoperta dell'interessante mondo dell'elettronica.*



## MACCHINE CHE CALCOLANO E UOMINI CHE RICERCANO

...continua nel secolo XX

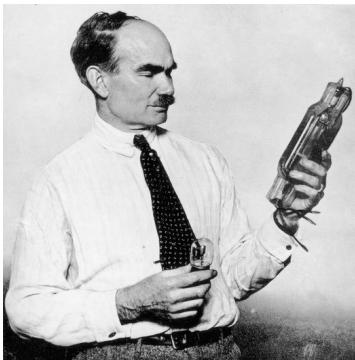
### DIODO E TRIODO

Il secolo xx è stato caratterizzato da grandi eventi come guerre, epidemie, capovolgimenti politici e rivoluzioni, gravi crisi economiche, ma anche da importanti scoperte scientifiche che portarono a un sempre più veloce progresso tecnologico.

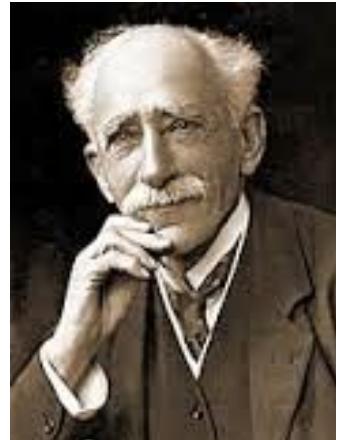
#### Andiamo in ordine.

Nel 1904 Sir John Ambrose Fleming, un elettrotecnico e radiotecnico britannico, inventò il **"diodo termoionico"**, detto anche valvola di Fleming.

Si trattava della prima valvola termoionica, capostipite di quei componenti che furono utilizzati nelle radio, nei televisori e nei calcolatori, e in molti altri apparecchi elettronici, sino al 1950, quando furono inventati i transistori.



Ispirandosi agli esperimenti di Thomas Alva Edison sulla lampadina a filamento incandescente, costruì un rivelatore di oscillazioni radioelettriche.



Pochi anni dopo, ed esattamente nel 1907, Lee de Forest realizzò il **triodo**, (valvola a tre elettrodi). Si trattava di una elaborazione del diodo ottenuta aggiungendo al filamento e alla placca un terzo elemento metallico: la griglia.

Questa invenzione, che fu poi perfezionata, fu anch'essa fondamentale per lo sviluppo dell'elettronica in quanto si riusciva finalmente ad ottenere la "potenza" necessaria ad amplificare i segnali. In sostanza il triodo è un relè molto veloce.

Un relè veloce...  
Ma cos'è un relè?

Lo abbiamo studiato  
nel libretto 2 ma è  
meglio ripassare



Il relè è un apparecchio elettromeccanico utilizzato, ad esempio, nell'impianto elettrico delle nostre case. **In sostanza si tratta di un interruttore azionato da un magnete.**



**VAI ALL' APPROFONDIMENTO:  
funzionamento diodo e triodo**

Il diodo di Fleming e il triodo di De Forest avevano due gravi difetti: la fragilità e le dimensioni relativamente grandi e di difficile riduzione. Fortunatamente, poco prima della metà del xx secolo, il fisico **Edgard Lilienfeld nel 1925**, e i ricercatori dell' AT&T Bell Labs **John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley nel 1947**, trovarono la soluzione del problema e realizzarono **il diodo e il transistore a stato solido.**



J. Bardeen



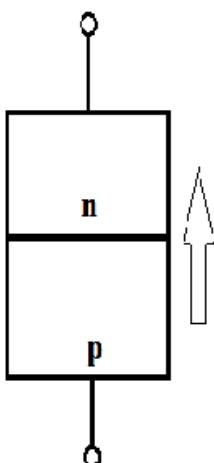
W. Brattain



W. Shockley



E. Lilienfeld



Un materiale "semiconduttore" a stato solido è un materiale cristallino, come il silicio, che può essere "drogato" ossia arricchito con impurità, in modo da diventare conduttore di corrente elettrica.

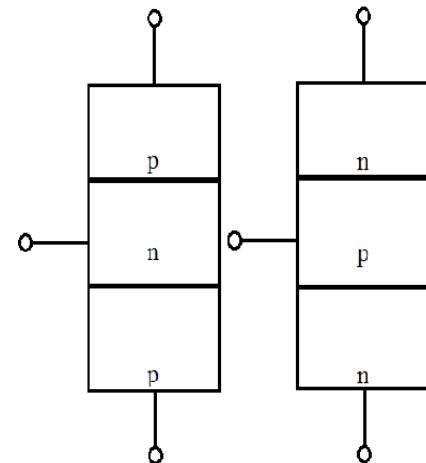
A seconda della "droga" la conduzione è dovuta alla presenza di cariche positive (materiale di tipo "p") o di cariche negative (materiale di tipo "n"). Un diodo allo stato solido è costituito da uno strato "p" affacciato ad uno strato "n". In un diodo la corrente può fluire in una sola direzione, dallo strato p allo strato n.

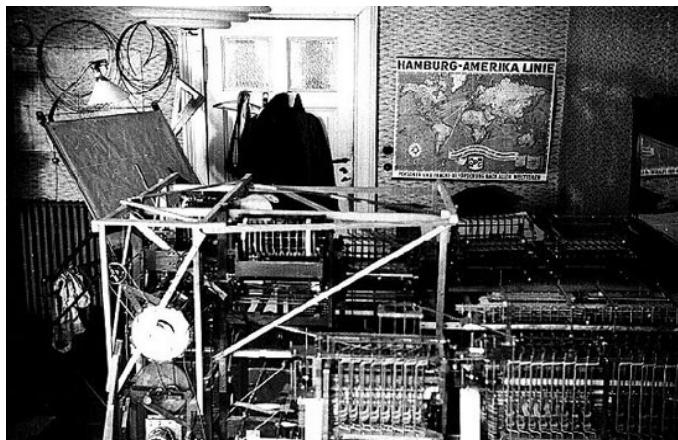
**Un transistore** è invece costituito da tre strati affacciati, come mostrato in figura, nella sequenza "p-n-p" o nella sequenza n-p-n.

Il segnale applicato allo strato intermedio opera come strumento di controllo del flusso di corrente nei due strati remoti, esattamente come nel triodo di De Forest il segnale applicato alla griglia controlla la corrente dal filamento verso la placca.



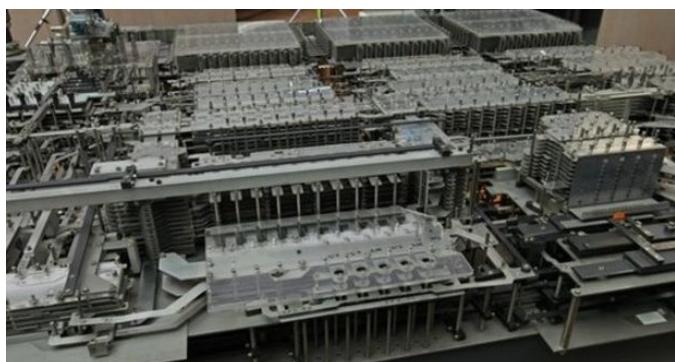
**Il transistore diventerà il componente fondamentale dei sistemi di comunicazione ed elaborazione moderni.**





## KONRAD ZUSE E LO Z1

Nel **1937** lo studioso tedesco **Konrad Zuse** realizzò quello che è ritenuto da molti il primo calcolatore della storia. Il prototipo (foto a fianco) venne realizzato nella camera da letto dei genitori, peraltro molto perplessi dall'utilità di quel lavoro.



Il prototipo di Zuse, lo **Z1**, era ancora un calcolatore meccanico, ma era comandato da circuiti elettrici. I numeri erano scritti in **codice binario**, come Leibnitz aveva suggerito tre secoli prima. Le unità di ingresso e di uscita erano costituite da un nastro perforato di celluloido.



Alcuni anni dopo Zuse realizzò prototipi più avanzati dello Z1.

Ad esempio, il prototipo **Z3** era interamente programmabile e completamente automatico. Era composto da oltre 2000 relè che potevano aprirsi e chiudersi a volontà dell'ordine di 5 - 10 operazioni al secondo. La memoria era costituita da 64 parole di 22 bit ciascuna.

A differenza dello Z1 che poteva eseguire solamente somme e sottrazioni, lo Z3 poteva eseguire anche moltiplicazioni, divisioni e radici quadrate, operando su numeri in virgola mobile (esempio: 3,14).



[\*\*VAI ALL' APPROFONDIMENTO NOTAZIONE IN VIRGOLA MOBILE\*\*](#)



**APPROFONDIMENTO in rete CODICE BINARIO:**  
<http://areeweb.polito.it/TESTI/Mar06/SistemaBinario.htm>

## **ALAN TURING**



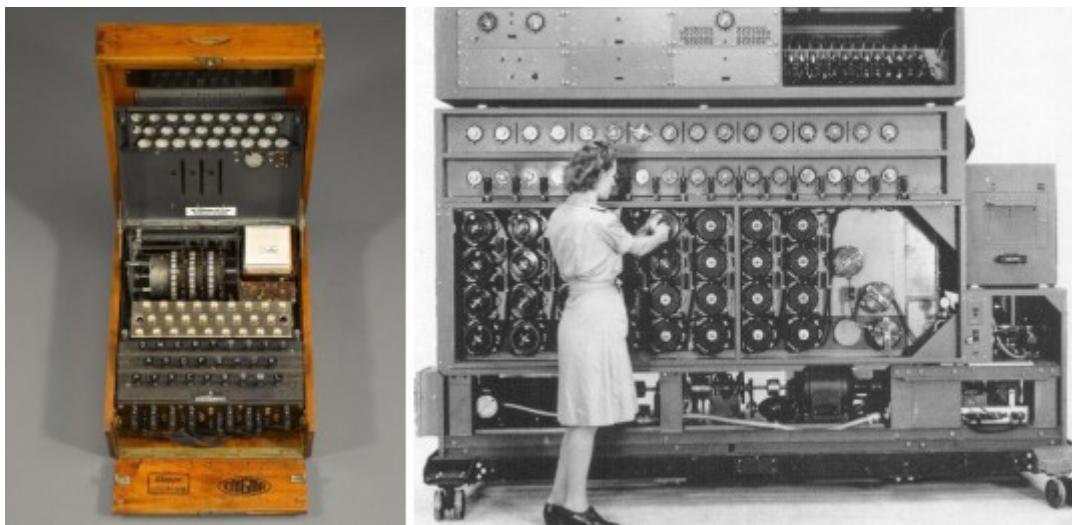
**ALAN TURING**

**Alan Turing** fu un matematico, logico e crittologo britannico. Per le sue teorie pionieristiche in materia di calcolo digitale è considerato uno dei padri dell'informatica e uno dei più grandi matematici del XX secolo.

Alan Turing è uno dei personaggi più affascinanti della storia dell'informatica e la sua vita, un intreccio serrato di genialità e sofferenza, ha ispirato romanzieri e registi cinematografici.

Fu il leader del gruppo di ricercatori che idearono, progettaroni e costruirono un calcolatore "special purpose" (ossia dedicato a un compito specifico) che era in grado di interpretare i messaggi segreti delle forze armate tedesche nella seconda guerra mondiale.

Per produrre questi messaggi segreti i tedeschi utilizzavano un altro calcolatore "special purpose", chiamato **ENIGMA** (foto sotto a sinistra), che traduceva la sequenza dei caratteri di un messaggio in una lunga sequenza di simboli molto diversa dal messaggio originale. Si pensava che Enigma fosse imbattibile, ma Turing e i suoi collaboratori trovarono il modo di tradurre la sequenza incomprensibile nel messaggio originario (foto in basso a destra). Secondo alcuni storici, il calcolatore speciale per la decriptazione di Enigma fu uno dei fattori del successo delle forze alleate nella seconda guerra mondiale.



Turing morì suicida a soli 41 anni, in seguito alle persecuzioni subite a causa della sua omosessualità. Ispirandosi alla favola di Biancaneve, si uccise morsicando una mela, da lui stesso avvelenata con il cianuro di potassio.

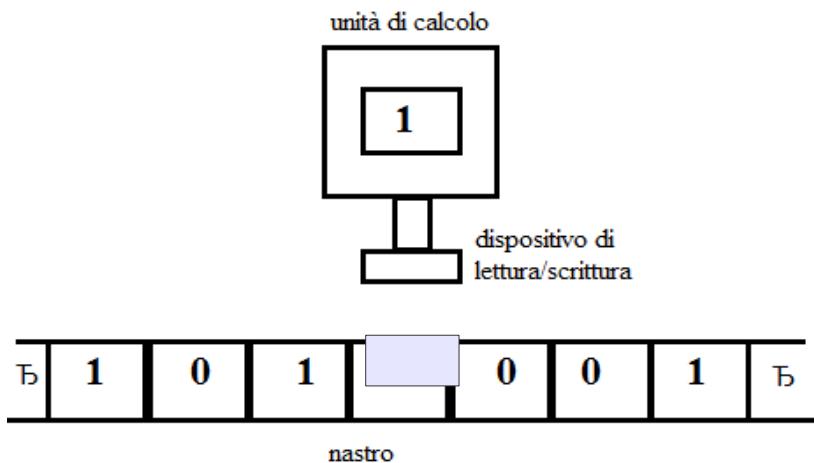
Alcuni sostengono che il marchio della Apple (una mela morsicata) sia stato scelto in omaggio a Turing, ma l'azienda non ha mai confermato, né smentito, questa teoria.

Nel **1936**, a soli 24 anni, Turing propose un modello concettuale universale del sistema di calcolo, oggi noto come "**macchina di Turing**". Si trattava di un **modello puramente teorico**, importante perché qualunque calcolatore reale può essere dimostrato come equivalente alla macchina di Turing dal punto di vista delle funzionalità attuate.

**(Riservato ai più grandi)** 

La macchina di Turing è caratterizzata da un nastro di lunghezza illimitata, suddiviso in molte celle adiacenti, su ciascuna delle quali è scritto un simbolo tratto da un "alfabeto finito" (cioè di un alfabeto costituito da un numero determinato di caratteri).

Nel caso semplice della figura seguente l'alfabeto è costituito da due simboli "**0**" e "**1**", oltre al simbolo **⊤** (blank), che è equivalente all'indicazione "cella vuota".



All'inizio dell'elaborazione, su una porzione di celle adiacenti sul nastro, sono scritti i dati iniziali del calcolo; le altre celle del nastro, contengono il simbolo "blank". *Il nastro rappresenta la memoria del calcolatore.*

L'unità di calcolo è caratterizzata da un programma di dimensioni finite, che dice in sostanza, ad esempio:

Se sotto la testina di lettura c'è il simbolo "1" e la macchina si trova nello stato

$S_0$  (o stato iniziale) sostituisce il simbolo “1” con il simbolo “0” e sposta la testina sul nastro di una posizione verso destra. Inoltre passa allo stato  $S_1$ .

In sostanza, il comportamento della macchina dipende dallo stato in cui si trova in quell'istante e dal simbolo letto sul nastro. A seconda dello stato e del simbolo letto, si dovrà passare ad uno stato nuovo e eventualmente spostare la testina a destra o a sinistra di una posizione. Uno stato speciale indica che il calcolo è finito; quando il calcolo è finito, il risultato dell'elaborazione è quello scritto sul nastro.

L'importanza della macchina di Turing è dimostrata dal fatto che nell'arco di molti decenni nessun modello di elaborazione più potente del modello di Turing è mai stato proposto. Per questa ragione, gli studiosi della teoria dell'informatica partono sempre dalla macchina di Turing per dedurre proprietà generali.

L'esempio più significativo è il seguente, che rappresenta il più importante dei teoremi matematici di tutti i tempi.

**Nel 1928 David Hilbert pose alla comunità scientifica questo quesito:**

**“Esiste sempre un algoritmo attraverso il quale, dato un qualsiasi enunciato matematico, sia possibile stabilire se esso sia vero o falso?”.**

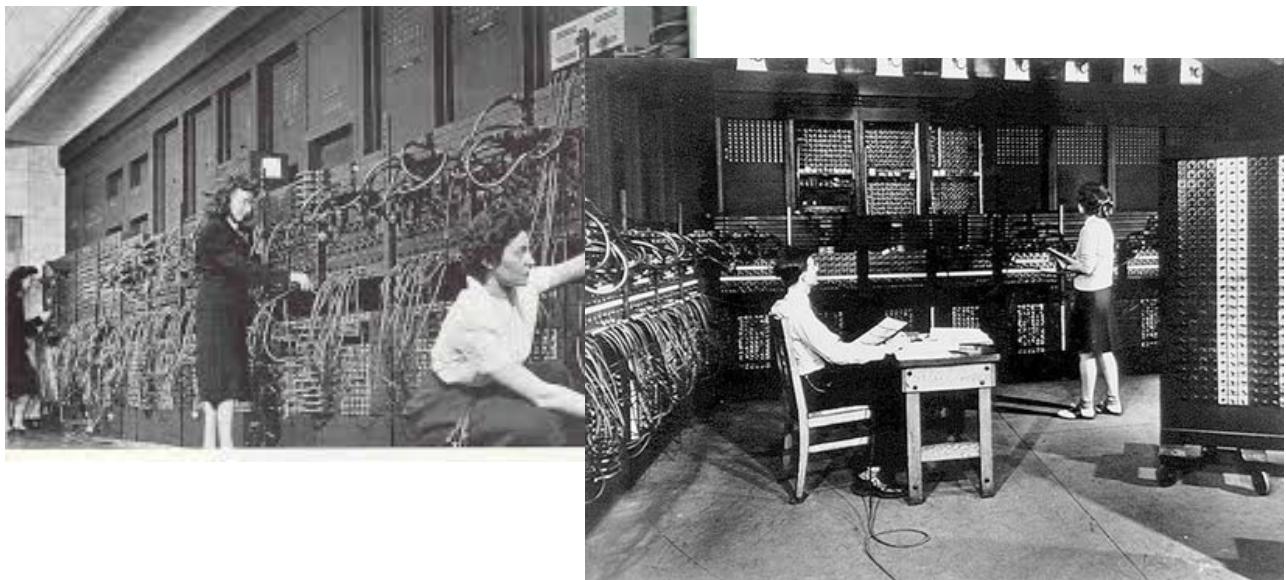
La maggioranza degli studiosi pensò che la risposta corretta fosse “SI”, ma nel 1931 Kurt Gödel dimostrò come una precisa definizione di un problema non sia sufficiente per dimostrare la sua validità. E' stata la fine del sogno di Hilbert.

**Nel 1936 entrò in campo Alan Turing che dimostrò, facendo riferimento alla sua macchina, che esistono problemi non risolvibili in tempo finito.**



## **LE PRIME MACCHINE PER IL CALCOLO AUTOMATICO**

Nel **1943**, durante la seconda guerra mondiale, su sollecitazione di molti ufficiali di artiglieria, il Governo degli Stati Uniti avviò il progetto **ENIAC** (acronimo di Electronic Numerical Integrator and Computer), per la costruzione di un calcolatore “general purpose”, ossia di finalità generale, non orientato a una specifica area applicativa.



L'ENIAC fu progettato e costruito alla Moore School of Electrical Engineering (una scuola dell'Università della Pennsylvania). Occupava 90 metri cubi e pesava trenta tonnellate, utilizzava 18.000 tubi elettronici e assorbiva una potenza di 140 chilowatt. Una squadra di tecnici era sempre attiva per sostituire le valvole rotte o difettose. In un secondo era in grado di eseguire 5000 addizioni o sottrazioni, oppure 385 moltiplicazioni, oppure 40 divisioni o tre radici quadrate.

**Nei primi anni '50** l'industria informatica mondiale mosse i suoi primi passi. **Nel 1951** nacque **Univac** (foto a destra), il primo calcolatore elettronico prodotto su scala industriale e, a breve distanza di tempo, seguirono IBM, Remington e alcuni altri.

*Anche in Italia arrivarono le prime due macchine per il calcolo automatico, destinate al Politecnico di Milano e all'Istituto per le Applicazioni del Calcolo di Pisa.*



## ADRIANO OLIVETTI



Nel libretto precedente (libretto n° 2, "tutto meccanico") abbiamo parlato di Camillo Olivetti e dell'azienda da lui fondata ad Ivrea.

A prendere il timone dell'azienda e a portarla verso il mondo dell'elettronica fu, negli anni '30, suo figlio Adriano.

**Adriano Olivetti** nacque a Monte Navale, presso Ivrea, l'11 aprile 1901 da Camillo e da Luisa. Nel 1924 si laureò in ingegneria chimica al Politecnico di Torino, e, dopo un soggiorno negli Stati Uniti ove si aggiornò sulle pratiche di organizzazione aziendale, nel 1926 entrò nella fabbrica paterna con la qualifica di operaio. Nel 1933 diviene direttore della Società Olivetti e nel 1938 presidente.

Si oppose, almeno in un primo periodo, al regime fascista, per cui, inseguito da un mandato di cattura per attività sovversiva, fu costretto a riparare in Svizzera.

Politicamente impegnato, nel 1948 Adriano fondò a Torino il "Movimento Comunità". Alla caduta del regime riprese le redini dell'azienda e, grazie alle sue capacità manageriali, portò l'Olivetti ad essere la prima azienda del mondo nel settore dei prodotti per ufficio.

Il 27 febbraio 1960 morì improvvisamente durante un viaggio in treno da Milano a Losanna.

In quel momento l'azienda fondata dal padre e da lui a lungo diretta, era presente nei maggiori mercati internazionali e annoverava 36.000 dipendenti di cui oltre la metà all'estero. L'azienda, inoltre, raggruppava una quantità straordinaria di intellettuali che operavano in differenti campi disciplinari, inseguendo il progetto di una sintesi creativa tra cultura tecnico-scientifica e cultura umanistica.

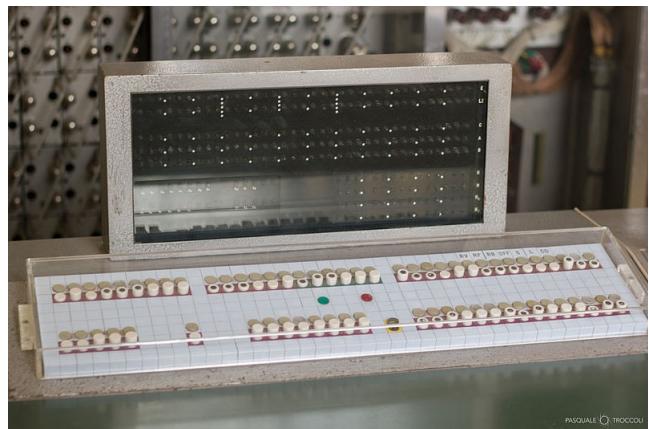
Nel 1954 si costituì a Pisa un gruppo di ricerca congiunto composto da ricercatori dell'Accademia, dell'Università, del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, con l'obiettivo di realizzare i primi calcolatori elettronici italiani.

Era stato **Enrico Fermi**, il famoso scienziato premio Nobel per la fisica, a consigliare quell'avventura impiegando il contributo di 150 milioni di lire che generosamente i Comuni di Pisa, Lucca e Livorno avevano versato per la costruzione di un sincrotrone (un particolare tipo di accelleratore di particelle) che si decise poi di realizzare a Frascati.

L'accordo stipulato dall'Olivetti con l'Università di Pisa prevedeva dapprima la costituzione di un gruppo misto di ricercatori e progettisti accademici e industriali e, successivamente, la costruzione di un calcolatore scientifico presso l'Università (la Calcolatrice Elettronica Pisana o C.E.P.) e di un calcolatore commerciale presso i laboratori industriali dell'Olivetti.



I progettisti della CEP



La Calcolatrice Elettronica Pisana

Dal punto di vista scientifico-tecnico il progetto ottenne importanti risultati: la **Calcolatrice Elettronica Pisana (CEP)**, infatti, si caratterizzò per la genialità di numerose soluzioni tecniche e per la solidità del progetto. Operò ininterrottamente per molti anni, consentendo sia l'esecuzione di calcoli complessi importanti per le ricerche nei settori della fisica, della chimica, della biologia, sia lo sviluppo di nuove tecniche e nuove tecnologie per l'informatica.



Approfondimento consigliato per i più grandi: [www.cep.cnr.it/cep01.html](http://www.cep.cnr.it/cep01.html)

Dopo la fase di studio congiunto, il laboratorio dell'Olivetti, guidato dall'ing. **Mario Tchou** (figlio dell'ambasciatore cinese a Roma), che Adriano Olivetti aveva reclutato dalla Columbia University, venne trasferito a Borgo Lombardo, alle porte di Milano.

In questi laboratori si completarono **i prototipi dei primi calcolatori industriali dell'Olivetti, l'ELEA 9001, e successivamente l'ELEA 9003**.



Roberto Olivetti e Mario Tchou

**L'ELEA 9003 fu il primo calcolatore del mondo interamente transistorizzato.**



Infatti, tutte le valvole termoioniche, caratteristiche dei calcolatori elettronici della prima generazione, erano state sostituite con transistori, realizzando così grandi economie di costi, ingombri e assorbimenti di energia.

**L'ELEA 9003** poteva operare in *multiprogrammazione*, per cui i calcoli di più utenti potevano essere svolti in parallelo, riducendo i tempi di attesa dei risultati. Inoltre, nel momento in cui un'unità periferica lenta, come un lettore di nastro magnetico, chiedeva il trasferimento di un blocco di dati, scattava un *interrupt*, o interruzione, che consentiva all'unità centrale di elaborazione di passare ad altre attività senza rimanere inoperosa.

L'ELEA 9003 possedeva un'unità centrale di calcolo in grado di elaborare 100.000 istruzioni al secondo, con una memoria centrale a nuclei di ferrite, espandibile da 20 a 160 mila caratteri. Aveva, inoltre, la particolare capacità di gestire fino a 20 unità periferiche a nastro magnetico.

Il suo aspetto, straordinariamente moderno, si dovette al genio di un grande designer italiano: Ettore Sottsass.

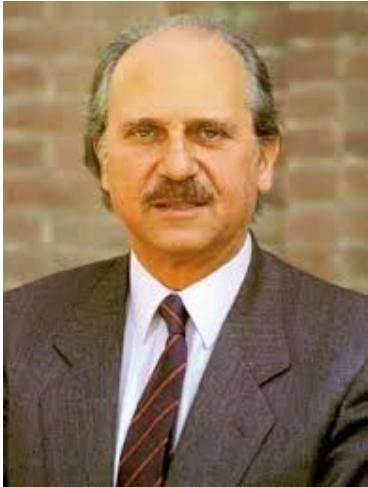
Sfortunatamente, l'anno dopo la morte di Adriano Olivetti, anche Mario Tchou perse la vita a causa di un terribile incidente sulla terza corsia dell'autostrada Milano-Torino.

Nel 1964, le spese sostenute per entrare nel nuovo comparto produttivo e l'investimento finanziario affrontato per acquistare l'azienda americana Underwood, che avrebbe dovuto facilitare l'ingresso nel mercato americano, portarono l'indebitamento a 200 miliardi di lire e indussero il Comitato di Risanamento e il Consiglio di Amministrazione dell'Olivetti alla chiusura delle attività elettroniche e al rientro del settore della meccanica.

Pertanto l'intero settore elettronico dell'Olivetti venne ceduto alla General Electric.

Ma c'è ancora un pezzo di storia dell'Olivetti che vale la pena di raccontare.

Nel **1957** Adriano Olivetti, avvertendo il bisogno di un grande numero di transistori per la produzione della nuova linea di calcolatori elettronici, fondò una nuova azienda per la produzione di circuiti a semiconduttori.



Negli anni '50, al Politecnico di Torino, lavorava un giovane ingegnere, **Piergiorgio Perotto**, destinato a giocare un ruolo importante in questa storia.

Assieme ad altri giovani ingegneri, si occupava di aerodinamica, utilizzando modelli matematici molto raffinati che richiedevano enormi volumi di calcolo. Essi disponevano soltanto di calcolatori meccanici che richiedevano tempi lunghissimi per l'introduzione dei dati. Così Piergiorgio Perotto avvertì l'esigenza di uno strumento di calcolo semplice e maneggevole, che consentisse di alleggerire quell'enorme fatica e aumentare la produttività dei ricercatori.

Poco tempo dopo, Piergiorgio Perotto lasciò il Politecnico di Torino ed entrò nel gruppo di progetto dell'Olivetti che operava a Pisa sotto la guida dell'ing. Tchou. L'esperienza fu esaltante, ma, come si è visto, si conclude drammaticamente.

Piergiorgio Perotto ritornò amareggiato all'Olivetti di Ivrea, ove si trovava praticamente isolato, in una realtà industriale che si era rituffata nel mondo della meccanica, ripudiando l'elettronica.

L'isolamento si rivelò tuttavia una grande opportunità perché Perotto venne lasciato libero di sviluppare, insieme ad un paio di eccezionali collaboratori - Giovanni De Sandre e Gastone Garziera - il prototipo di quella macchina che aveva sognato nel laboratorio di Torino quando sviluppava i modelli aereodinamici.

A quella macchina, che apparve subito come il primo personal computer della storia,

venne dato il nome ufficiale di **Programma**

**101** (esclusivamente perché in inglese *uan-ou-uan* suona bene), ma a quel nome molti preferiscono il più familiare soprannome

**"Perottina".**

Nel 1965 l'Olivetti partecipò alla grande fiera di

New York presentando con enfasi la nuova linea

di prodotti meccanici e relegando la *Perottina* in una saletta al fondo dello stand. Ma il pubblico prese d'assalto quella saletta, costringendo gli organizzatori all'organizzazione di un improvvisato servizio d'ordine per disciplinarne l'accesso.

La *Perottina* apparve subito a tutti come un'autentica meraviglia tecnologica. Sul piano scientifico apparve rivoluzionaria l'adozione come memoria centrale di una linea magnetostrettiva, che risultò molto più economica e leggera delle unità di memoria a nuclei ferritici che si impiegavano nei calcolatori di quei tempi.

Come memoria di massa e come dispositivo ausiliario di ingresso-uscita, venne utilizzata una scheda magnetica, che può essere considerata come la progenitrice del floppy disk.



Adottava un linguaggio di programmazione sviluppato ad hoc, in funzione delle esigenze di ricercatori di tutte le discipline, anche di quelle lontane dal mondo dell'informatica.

Il mondo accademico fu il primo ad impadronirsi del nuovo prodigioso strumento di lavoro che consentiva al singolo ricercatore di sviluppare autonomamente i programmi di cui aveva bisogno e di mandarli in esecuzione senza l'intermediazione dei tecnici che disciplinavano e, inevitabilmente, condizionavano, in quegli anni, l'accesso alle risorse di calcolo.

Di questa nuova macchina nell'arco di pochi anni si vendettero oltre 44.000 esemplari, un numero molto inferiore alla domanda del mercato.

Nel 1967 la Hewlett Packard versò 900.000 dollari all'Olivetti, implicitamente riconoscendo di aver violato un brevetto della Programma 101 con il suo modello HP 9100.

Un dollaro simbolico fu versato dall'Olivetti all'ing. Perotto come inventore del primo personal computer della storia.

*Abbiamo fatto un salto avanti nel tempo troppo grande!*

*Adesso dobbiamo fare un po' di passi indietro per riprendere il filo cronologico della nostra storia.*

*Torniamo agli anni 50 del secolo scorso, anni che furono molto importanti per la ricerca scientifica:*

*Rosalind Franklin, Francis Crick, James Watson, scoprirono il DNA! La più grande scoperta del secolo XX e, forse, di tutta la storia della scienza.*

*Ma negli stessi anni, si fecero grandi progressi anche nella scienza informatica...*

1950 - 1967  
*Che salto!*



**Nel 1953**, un gruppo di ricerca della Georgetown University realizzò il **primo traduttore da lingua a lingua**. In realtà usava solamente 250 parole e 6 regole sintattiche. Traduceva dall'inglese al russo e viceversa. Tuttavia fu un inizio promettente: altri gruppi di ricerca affrontarono il problema e il Governo americano stanziò venti milioni di dollari per lo sviluppo della ricerca nel settore.

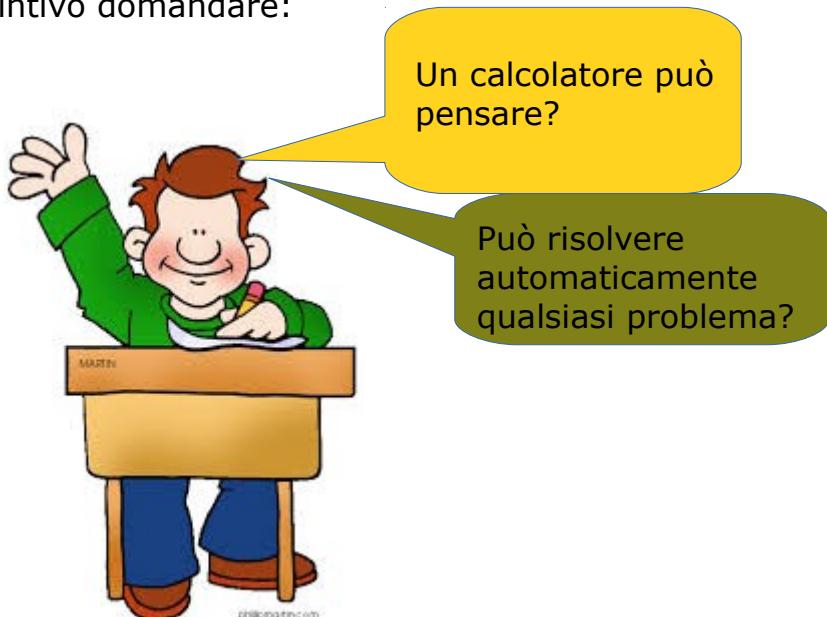
I traduttori automatici che derivarono da quel primo prototipo furono molto numerosi ed importanti anche dal punto di vista economico.

Ancora oggi nessun traduttore automatico è in grado di operare con precisione come un buon traduttore in carne e ossa, ma la cattiva qualità dei traduttori automatici è compensata dalla rapidità con cui possono operare.

Dal punto di vista scientifico la traduzione automatica si fondò sui concetti di base della linguistica computazionale di Noam Chomsky. Incontreremo questo eccezionale personaggio tra breve.

## NEL 1954 NASCE L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Un calcolatore può eseguire operazioni matematiche molto complesse a velocità strepitose, milioni di volte più veloci di quelle di un bravo matematico. Tanto che viene istintivo domandare:



**Queste questioni sono state discusse molte volte nell'arco della storia, a partire da grandi filosofi come Aristotele, che studiò i meccanismi del ragionamento umano. Ancora oggi il dibattito è aperto.**

**Nel 1954** due professori americani, John McCarty e Marvin Minsky, organizzarono nel college di Dartmouth un seminario dedicato ad uno studio ad ampio spettro sulla possibilità di realizzazione dell'intelligenza artificiale. Fu in quell'occasione che venne coniato il termine "Intelligenza Artificiale", ed è per questa ragione che collochiamo a Dartmouth, se non la nascita, almeno il battesimo della nuova scienza.



J. McCARTY



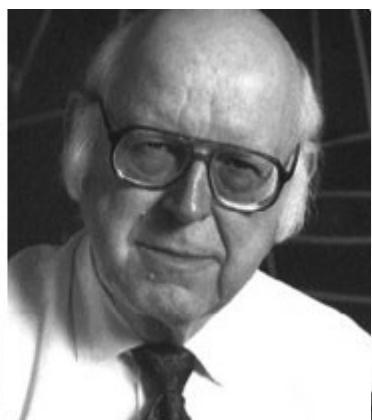
M. MINSKY

**Nel 1956 nacque il primo programma di intelligenza artificiale, chiamato "Logic Theorist"** e scritto da Allen Newell, Clifford Shaw and Herbert Simon della Carnegie Mellon University.

Poco dopo i tre autori presentarono il **General Problem Solver**.



H. SIMON



A. NEWELL

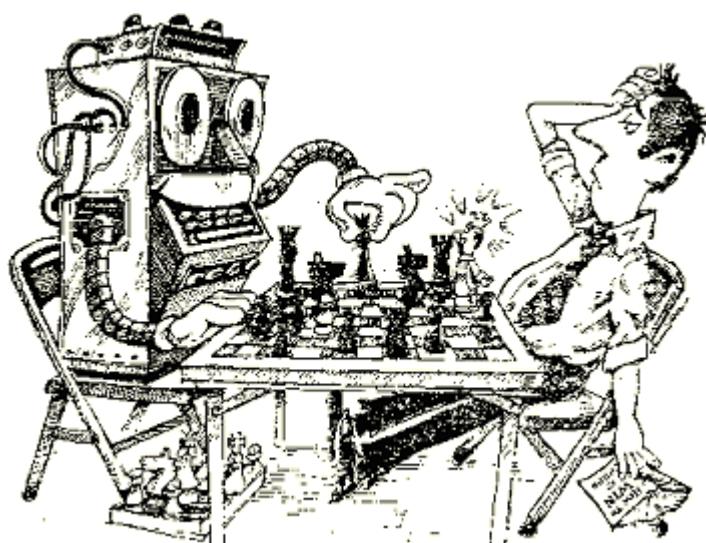


CLIFFORD SHAW

Nel 1957 **Herbert Simon**, uno dei padri fondatori dell'Intelligenza Artificiale, formulò una nota previsione:

*"Entro dieci anni il calcolatore dimostrera' automaticamente importanti teoremi matematici, tradurra' i documenti da una lingua ad un'altra, comporra' musica di classe, gestira' un'azienda, ispirera' la maggior parte delle teorie psicologiche e battera' il campione del mondo di scacchi."*

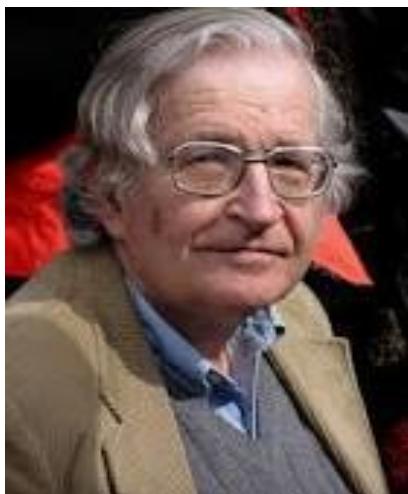
Solo l'ultima delle sue previsioni si avverò, ma i contributi scientifici del suo lavoro, dall'informatica alle sue applicazioni furono di importanza fondamentale. Otterrà il premio Nobel per l'economia nel 1992.



<https://en.chessbase.com/post/computers-choose-who-was-the-strongest-player->

## **NOAM CHOMSKY**

### **E LA LINGUISTICA COMPUTAZIONALE**



**Nel 1928 Avram Noam Chomsky, nasce a Filadelfia** da una famiglia ebraica originaria dell'Europa dell'Est.

Eminente studioso nel campo delle scienze del linguaggio e delle capacità cognitive, filosofo, linguista, teorico della comunicazione, è professore emerito di linguistica presso il Massachusetts Institute of Technology (MIT) a Cambridge.

E' riconosciuto come il fondatore della grammatica generativo - trasformazionale, uno dei più importanti contributi alla linguistica teorica del XX secolo.

A partire dagli anni sessanta, per la sua forte presa di posizione contro la guerra del Vietnam e il suo impegno politico e sociale, Chomsky si è affermato anche come intellettuale anarchico e socialista libertario. La costante e acuta critica nei confronti della politica estera di diversi paesi, in particolar modo degli Stati Uniti, così come l'analisi del ruolo dei mass media nelle democrazie occidentali, lo hanno reso uno degli intellettuali più celebri e seguiti della sinistra radicale mondiale. Tra le sue opere ricordiamo "Syntactic Structures" (1957), e successivamente "Aspects of the theory of syntax" (1965) e "Cartesian linguistics" (1966).

Nei suoi scritti Chomsky descrive, formalizzandole, le regole della grammatica e delle strutture sintattiche del nostro linguaggio. Il suo lavoro è stato molto importante in ambito informatico, in quanto ha fornito le basi teoriche della

**LINGUISTICA COMPUTAZIONALE**



### **LINGUISTICA COMPUTAZIONALE**

*disciplina che si occupa dello sviluppo dei formalismi descrittivi del funzionamento di una lingua naturale, tali che si possano trasformare in programmi eseguibili al computer.*



**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: linguistica computazionale**

**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: le date della storia dell'intelligenza artificiale(riservato ai più grandi)**

**Moltissimi furono gli scienziati e i ricercatori che si impegnarono a sviluppare la scienza informatica, realizzando grandi passi importanti. Riassumiamo di seguito alcuni di questi passi.**



### **1957. Nascita di ARPA**

Il 4 ottobre 1957 l'Unione Sovietica mette in orbita il primo satellite artificiale della Terra. Il suo innocente e innocuo "bip bip", trasmesso dalle radio e dalle TV di tutto il mondo, risuona come campana a morto per i cittadini americani, che sentono di aver perduto, o di correre il rischio di perdere, non soltanto la supremazia militare, ma anche quella scientifica e tecnologica, e forse quella industriale ed economica.

Il Presidente Eisenhower convoca immediatamente il comitato di consulenza scientifica presidenziale ("Senior Advisor Committee") per definire una nuova politica di sviluppo scientifico e tecnologico. Successivamente, il Presidente nomina un unico "science advisor", James R. Killian Jr., il Presidente del Massachusetts Institute of Technology, il leggendario Politecnico di Boston. Come primo suo atto, Killian chiede ad Eisenhower la costituzione di un'unica agenzia per il finanziamento e il coordinamento della ricerca scientifica, in modo da superare l'antica rivalità dei gruppi di ricerca che facevano capo all'Esercito, la Marina e l'Aeronautica. Nasce così ARPA, "Advanced Research Project Agency", e subito il Presidente chiede al Congresso, per l'attività di ARPA, un ricco finanziamento, dell'ordine di due miliardi e mezzo di dollari.

### **1958. Il circuito integrato**

Jack St. Clair Kilby costruisce il primo circuito integrato assemblando dieci componenti elementari. Secondo alcune stime oggi il numero totale dei transistor integrati su tutti i circuiti elettronici prodotti ha superato il miliardo di miliardi di unità.



**VAI ALL' APPROFONDIMENTO: circuito integrato**

### **1958. LISP**

John Mc Carthy sviluppa LISP, uno dei linguaggi fondamentali per la soluzione dei problemi di Intelligenza Artificiale.

### **1958. Il dimostratore automatico di teoremi.**

Herb Gelernter e Nathan Rochester di IBM presentano il primo dimostratore automatico di teoremi. Opera su un modello semantico di una classe di problemi della geometria.

### **1962. Il primo robot industriale.**

Nasce Unimation, la prima azienda che produce robot industriali.

## **1962. Il primo programma per il gioco degli scacchi.**

Al leggendario Massachusset Institute of Technology nasce il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Opera su un elaboratore IBM 7090 e verifica 1100 mosse in un secondo.

## **1965. Eliza, la psicoterapia automatica.**

Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppa Eliza, un programma che dialoga con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottiene molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.

## **1967. Dendral, il chimico artificiale.**

Eduard Feigenbaum, Joshua Lederberg, Bruce Buchanan e Georgia Sutherland presentano "Dendral", un sistema esperto per la chimica che è in grado di identificare la struttura di una molecola partendo dallo spettrogramma di massa della sostanza.

## **1967. ARPANET , la nonna di Internet**

Il lavoro prevalentemente teorico e ideologico svolto nel primo decennio di ARPANET da Baran, Kleinrock, Davies, Licklider e altri ha prodotto i suoi frutti, per cui l'idea di una grande rete di calcolatori a commutazione di pacchetto è ormai matura. Così, venti minuti sono sufficienti a Taylor, il direttore della sezione informatica di ARPA, per convincere il suo capo, il quarto direttore di ARPA, Charles Herzfeld, a concedergli un finanziamento di un milione di dollari per sviluppare il progetto di una rete nazionale destinata a divenire mondiale. Taylor affida la direzione del progetto a Larry Roberts, un ricercatore dei Lincoln Laboratories, e questi, nei primi mesi del '67, inizia il suo lavoro.

Gli incontri che Larry Roberts organizza immediatamente, chiamando a raccolta i rappresentanti dei più importanti istituti di ricerca americani, sono estremamente fruttiferi. Molto importante è il contributo portato da Wesley Clark, che propone di non collegare direttamente fra loro i calcolatori ma di utilizzare una struttura intermedia di elaboratori specializzati nella trasmissione dati, i cosiddetti "router" che giocheranno in Internet un ruolo fondamentale.

Questo argomento verrà trattato diffusamente nel prossimo libretto.

**1960.** Margaret Masterman ed alcuni colleghi della Universita' di Cambridge presentarono le prime reti semantiche da utilizzarsi nell'elaborazione del linguaggio naturale e nella traduzione automatica.

**1962.** Nasceva Unimation, la prima azienda produttrice di robot industriali.

Al leggendario Massachusset Institute of Technology nasceva il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Operava su un elaboratore IBM 7090 e verificava 1100 mosse in un secondo.

**1965.** Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppò Eliza, un programma che dialogava con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottenne molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.



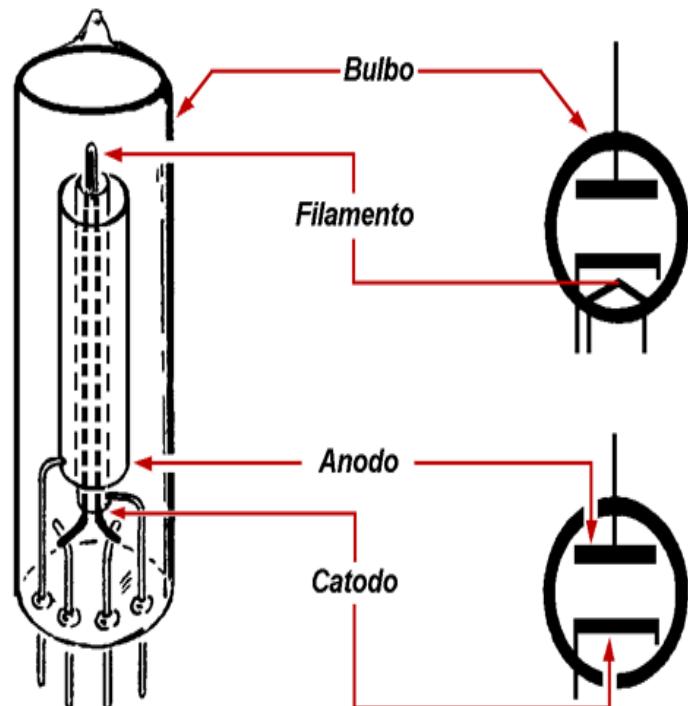
## APPROFONDIMENTI





## APPROFONDIMENTO: funzionamento diodo

In un'ampolla di vetro (bulbo), sottovuoto, un filamento metallico emette elettroni che vengono attirati da una placca metallica (o anodo), quando questa è sottoposta a una tensione positiva rispetto al filamento.



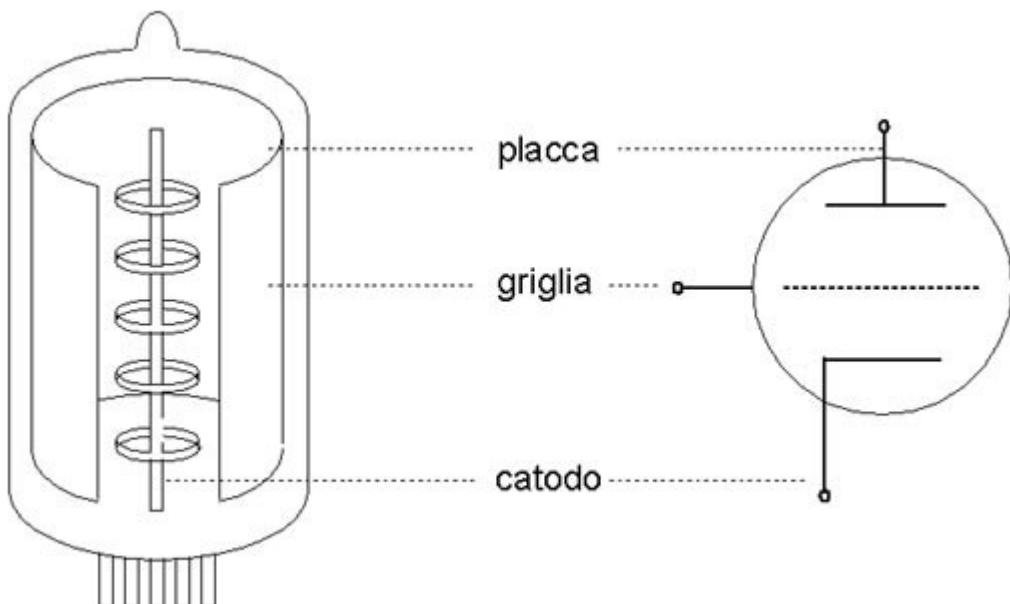
Di conseguenza, il diodo si comporta da isolante oppure lascia passare corrente in una sola direzione, dall'anodo al catodo.

## APPROFONDIMENTO: funzionamento triodo



La griglia funziona come un setaccio controllabile: quando la tensione applicata alla griglia assume un valore positivo adeguato, gli elettroni emessi dal filamento (o catodo) possono raggiungere la placca (o anodo).

In questo modo il segnale applicato alla griglia controlla il passaggio della corrente, esattamente come nel relè la corrente nell'avvolgimento controlla la corrente nel circuito principale.



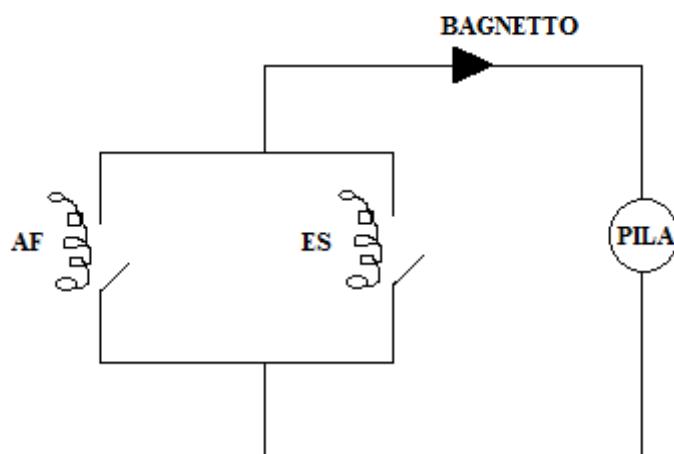
In sostanza il triodo **è un relè molto veloce**.

## APPROFONDIMENTO: relè e circuiti di calcolo

Claude Shannon nel 1938 dimostrò, in un lavoro fondamentale ("Un'analisi sintetica dei relè e dei circuiti"), che una rete di relè applica i principi dell'algebra di Boole.

I circuiti elettromeccanici impiegati nei primissimi calcolatori adottavano relè per attuare le funzioni logiche elementari.

Vediamo insieme alcuni esempi, utilizzando la "Logica degli elefanti" (Libretto 2 Approfondimento): un elefantino deve lavarsi, l'acqua è fresca ma il pericolo è in agguato: la tigre è presente? E la mamma dell'elefantino dov'è?



Il circuito rappresentato in figura realizza l'operazione booleana che abbiamo visto nel libretto precedente e che abbiamo chiamato "disgiunzione logica" o semplicemente OR (oppure).

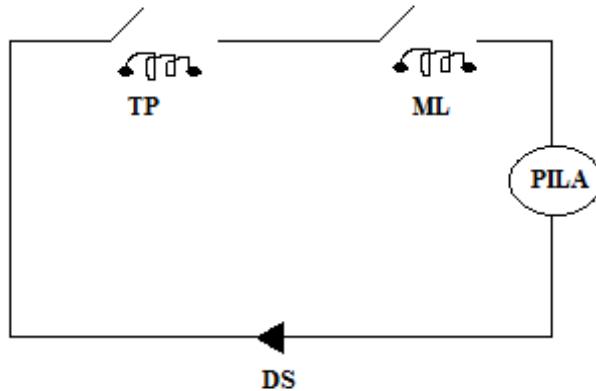
Il circuito di sinistra attua la variabile logica "**AF**" (come "ACQUA\_FRESCA"). Se questa variabile è "vera" ( $AF=1$ ) circola corrente nell'avvolgimento e l'interruttore si chiude.

Il circuito di destra attua la variabile logica "**ES**" (come "ELEFANTINO\_SPORCO"). Se  $ES=1$  circola corrente nel relativo avvolgimento e il relativo interruttore si chiude.

Se uno qualunque dei due interruttori è chiuso, circola corrente nel circuito principale a significare che la variabile booleana BAGNETTO è vera.

In sintesi il circuito attua la funzione logica OR in quanto la corrente nel circuito principale circola se, e solo se, uno qualunque dei due interruttori, o entrambi, sono chiusi.

Il nuovo circuito rappresentato sotto realizza invece l'operazione booleana che abbiamo chiamato "congiunzione logica" o semplicemente AND (e inoltre).



Se  $TP=1$  (Tigre\_Presente è vera) l'interruttore a sinistra si chiude. Se  $ML=1$  (Mamma\_Lontana è vera) l'interruttore a destra si chiude.  
Così circola corrente nel circuito principale se, e solo se, tutti e due gli interruttori sono chiusi ( $DS=1$ , "Devo\_Scappare" è vera).

### **UN PO' DI ESERCIZIO**

Adesso prova tu.

Applicando la logica booleana, disegna i circuiti che attuano il seguente calcolo:

**se l'elefantino e' sporco oppure l'acqua e' fresca, e la mamma e' vicina,  
si fa il bagnetto.**



## APPROFONDIMENTO: notazione in virgola mobile

Supponiamo di voler scrivere un numero molto grosso, come 35 seguito da mille zeri. Adottando il codice decimale che abbiamo imparato, dovremmo occupare molte righe di un quaderno e, nel caso di un calcolatore, molta memoria.

Per risolvere questo problema è stata ideata la notazione in virgola mobile, consistente nell'esprimere un numero nella forma seguente:

$$35 * 10^{1000}$$

Così nella memoria del calcolatore si scriveranno, in due aree separate, le due cifre del numero 35 e le quattro cifre del numero 1000, occupando solo lo spazio di sei cifre e non lo spazio di oltre mille cifre.



philipmorrison.info

Analogamente supponiamo di voler scrivere un numero molto piccolo, come ad esempio  $0,5 * 10^{-1000}$ .

In tal caso si scriverà :  **$N * 10^{-M}$**

occupando soltanto lo spazio necessario per memorizzare 0,5 e -1000.

Lo stesso tipo di soluzione si adotta anche per i numeri binari. Ad esempio, il numero binario  $0,101 * 2^{1000\ 000}$ , richiederà 4 cifre binarie per rappresentare 0,101 e 7 cifre binarie per rappresentare il numero binario 1000000.

Avrai notato che abbiamo detto che 4 cifre binarie sono sufficienti per rappresentare il numero 0,101 e forse ti sarai domandato perché non abbiamo considerato la virgola. Ebbene, non è stata considerata la virgola in quanto generalmente si adotta una codifica speciale chiamata "**notazione in complemento a 2**", finalizzata prevalentemente alla rappresentazione dei numeri negativi.

Per semplicità supponiamo di voler rappresentare i numeri positivi e negativi compresi tra -8 e +7.

**Il codice adottato è il seguente:**



*Noterai che un eventuale 1 in prima posizione indica la quantità -8 mentre le altre cifre rappresentano sempre un valore positivo.*

*Così, ad esempio, il numero -5 viene rappresentato come*

*1 (a rappresentare -8) seguito da 011 a rappresentare 3.*

*Totale  $-8 + 3 = 5$*

+7	<b>0111</b>
+6	<b>0110</b>
+5	<b>0101</b>
+4	<b>0100</b>
+3	<b>0011</b>
+2	<b>0010</b>
+1	<b>0001</b>
0	<b>0000</b>
-1	<b>1111</b>
-2	<b>1110</b>
-3	<b>1101</b>
-4	<b>1100</b>
-5	<b>1011</b>
-6	<b>1010</b>
-7	<b>1001</b>
-8	<b>1000</b>

## APPROFONDIMENTO: Linguistica computazionale



In prima approssimazione un linguaggio è composto da tre componenti fondamentali

- Al livello più basso si trova il **lessico**, ossia l'insieme delle parole utilizzate.
- Al secondo livello è la **sintassi**, ossia, l'insieme delle regole che descrivono la concatenazione delle parole utilizzate.
- Infine, al livello più alto, si colloca la **semantica**, ossia il significato profondo di ogni frase.



*La semantica è quel ramo della linguistica che indaga sul significato profondo delle singole parole e, tema più difficile, delle singole frasi.*

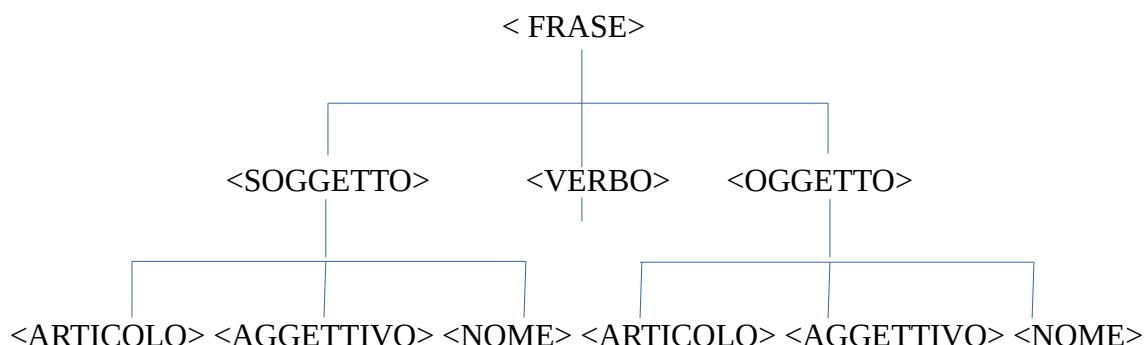
I calcolatori sono bravissimi nella gestione del lessico. Ad esempio, nella traduzione dall'inglese all'italiano, trovano in tempi brevissimi, dell'ordine di milionesimi di secondo, tutte le parole italiane corrispondenti a una data parola in inglese.

La gestione di un vocabolario rappresenta da sempre un problema facile da gestire per un calcolatore. Molto più complessa, per un traduttore automatico, è la gestione della sintassi, ossia della struttura formale di una frase.

Noam Chomsky suggerì un insieme di strumenti formali per descrivere, e successivamente identificare, la struttura di una frase.

Proviamo a vedere insieme un esempio.

Nella figura seguente figura è schematizzata la sintesi di una frase molto semplice che è stata descritta, secondo il formalismo di Chomsky, come una struttura ad albero rovesciato.



Gli elementi che compaiono nella figura X sono generalmente chiamati "**tipi sintattici**" perché *non contengono parole del linguaggio ma solamente la descrizione di elementi della sintassi*.

Alcuni tipi sintattici possono generare parole vere.

Ad esempio, nella descrizione formale della sintassi del linguaggio italiano, troviamo scritto:

```
<articolo> ::= il|lo|la|i|gli|le...
<nome>     ::= cane|gatto|topo...
<aggettivo> ::= feroce|lento|veloce...
<verbo>     ::= insegue|spaventa|mangia...
```



con il seguente significato: un articolo può essere la parola "il" oppure "la", e così via.

Di conseguenza l'albero sintattico della figura X può generare molte frasi, ma può generare anche una frase del tipo: "Il lento topo insegue il veloce gatto". La frase così generata è lessicalmente corretta, in quanto rispetta le regole della sintassi, ma semanticamente sbagliata. Anche un bimbo piccolo se ne accorgerebbe!



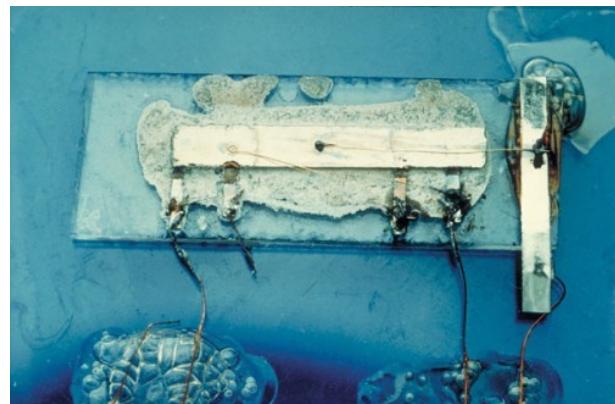
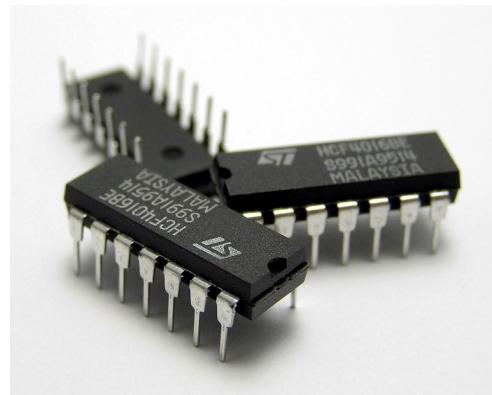
Ma per insegnare a un calcolatore che è sbagliata bisogna memorizzare nella sua memoria un enorme modello della biologia animale, che specifichi ad esempio chi mangia e chi è mangiato con tantissime altre informazioni, e questo è praticamente impossibile.

Oggi esistono meravigliosi traduttori, ma anche il più preciso potrà incappare in clamorosi errori semantici.



## APPROFONDIMENTO: circuito integrato

**Un circuito integrato è un insieme di componenti elettronici come transistori, diodi o semplicemente resistori (elementi di collegamento dotati di valori noti di resistenza).**



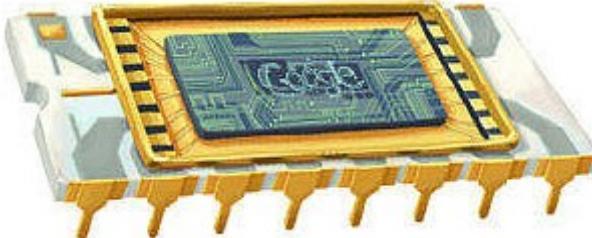
Nell'estate del 1958, il giovane scienziato americano **Jack Kilby** (poi Premio Nobel nel 2000), essendo stato appena assunto dalla Texas Instruments, non potè usufruire delle ferie come invece fecero i suoi colleghi.

Approfittando della tranquillità dei laboratori deserti, si dedicò ad alcuni esperimenti relativi ad una sua idea: riuscire a far stare un circuito composto di un transistor e di alcuni altri elementi su una piastrina di germanio delle dimensioni di 0,16 x 1,11 mm.

Nel settembre successivo riuscì a dimostrare, mostrandolo su un oscilloscopio, che la sua realizzazione poteva generare un segnale sinusoidale.

Nasceva così il primo circuito integrato.

Dopo soli sei mesi **Robert Noyce** realizzò una invenzione simile ma realizzata su piastra di silicio.

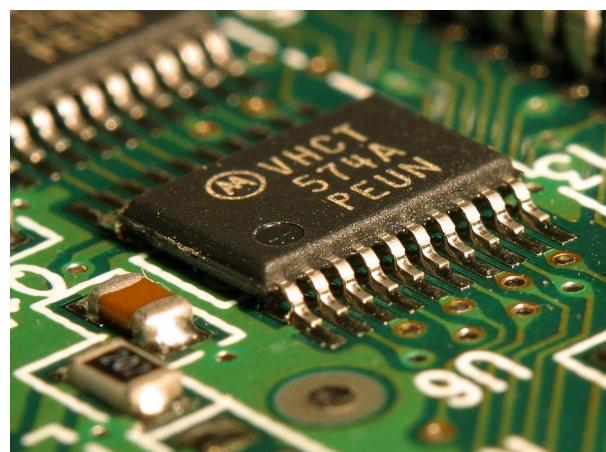


Imprenditore e inventore, Noyce fu tra i fondatori della società produttrice di microprocessori Intel, nel 1968, ed è ritenuto l'ideatore dei microchip, insieme con Jack Kilby.

La loro invenzione rivoluzionò il mondo dei computer favorendo il progressivo affermarsi dell'industria dei PC nella Silicon Valley, che deve il proprio nome ai chip in silicio. Non a caso, Noyce era conosciuto da quelle parti come "il sindaco della Silicon Valley". I primi circuiti integrati commerciali furono circuiti di amplificatori operazionali e circuiti logici, che venivano usati nella costruzione di computer.

Il circuito elettronico viene realizzato su una piastrina di materiale semiconduttore che viene chiamata **die**. Questo circuito può essere costituito da pochi elementi fino a milioni di componenti elettronici elementari quali transistor, diodi, resistori, condensatori, induttori ed anche piccole e condensatori. I circuiti integrati si dividono in due categorie principali: **digitali e analogici**.

A seconda del tipo di transistor utilizzato, i circuiti integrati si dividono poi ulteriormente in **Bipolari** se usano transistor bipolari classici o **CMOS** (**C**omplementary **M**etal **O**xide **S**emiconductor) se usano transistor MOSFET. Negli anni '90 la Intel mise a punto una nuova tecnologia ibrida per i suoi microprocessori, detta **BiCMOS**, che permette di usare entrambi i tipi di transistor sullo stesso chip.



## **APPROFONDIMENTO: le date dell'intelligenza artificiale**

### **(per i più grandi)**

#### 335 a.c. La logica aristotelica

Aristotele fonda la logica che prende il suo nome, per cui puo' essere considerato come il progenitore piu' antico dell'"automatic reasoning" (o "ragionamento automatico"), uno dei capitoli piu' importanti dell'intelligenza artificiale.



Inoltre Aristotele classifica le conoscenze in "scienze pratico-empiriche", "scienze teoretiche" e "metafisica". Nell'ambito dell'ultima categoria identifica con un altro nome le ontologie che diventeranno nell'anno 2000 uno degli strumenti fondamentali per la descrizione formale di un universo di concetti legati fra loro.

#### 1640. Cartesio.

Cartesio descrive l'animale come macchina complessa. Non e' chiaro se l'uomo rientri nella categoria delle macchine complesse.

Il suo "cogito, ergo sum" diventera' il riferimento del motto, piu' o meno scherzoso, "digito, ergo sum" e delle riflessioni piu' serie sulla "coscienza del se".

#### 1769. Il primo giocatore automatico degli scacchi.

Il barone Von Kempelen presenta al pubblico il "Turco", il primo giocatore automatico di scacchi. La macchina e' interessante soltanto dal punto di vista meccanico, in quanto la componente logica e' una truffa, nascondendo la macchina al suo interno un giocatore in carne ed ossa. Comunque Von Kempelen progetta anche, senza imbrogli, un letto mobile per la regina ammalata Maria Teresa, una macchina da scrivere per una pianista cieca, alcuni apparecchi di ausilio ai sordi e un primo prototipo di macchina parlante.

#### 1840. Il Congresso di Torino, Charles Babbage e Ada Byron.

Al secondo congresso degli scienziati italiani, o meglio, come si diceva allora, dei filosofi italiani, organizzato dall'Accademia delle Scienze di Torino, viene invitato dal re Carlo Alberto anche Charles Babbage.

Babbage e' un matematico inglese che ha prodotto, nei suoi primi anni di attivita' scientifica, un ottimo lavoro teorico grazie al quale e' stato chiamato a coprire la cattedra di Matematica dell'Universita' di Cambridge. Da una decina di anni ha lasciato la teoria per lanciarsi, anima e corpo, nello studio e nel progetto del primo calcolatore programmsabile della storia.

In quella circostanza Babbage presenta alla communita' scientifica mondiale, per la prima volta, il frutto del suo lavoro, rappresentato da un enorme baule contenente i disegni ed il modello di qualche parte della sua "Analitical Engine", o "Macchina Matematica".

Babbage non ha mai trovato il tempo necessario per descrivere la sua invenzione in un articolo scientifico. Cosi', Luigi Federico Menabrea, giovane tenente del genio che diventera' un grande patriota e presidente del consiglio del Regno d'Italia, viene incaricato di descrivere la macchina di Babbage. Menabrea produce una splendida descrizione che e' presentata nel 1842 alla "Biblioteque Universelle de Geneve" e che ha grande importanza concettuale e storica perche' puo' essere considerato come il primo lavoro scientifico dell'informatica.

Nove mesi dopo la sua pubblicazione, l'articolo di Menabrea è tradotto in inglese e ampiamente commentato da Ada Byron, figlia di lord Byron, contessa di Lovelace.

I commenti di Ada Byron hanno un grande valore scientifico, per cui oggi Ada viene ricordata come la prima programmatrice della storia nonché come l'autrice del primo articolo della scienza dell'informazione (facendo torto a Menabrea). In suo onore, il linguaggio voluto dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti per risolvere il problema della standardizzazione del software sarà chiamato "Ada".

In una delle sue note Ada inizia quello che da allora è noto come il "Regime di Lovelace", asserendo che una macchina può fare solo ciò che le si ordina e nient'altro: "La macchina matematica non ha la pretesa di creare nulla. Può analizzare, ma non ha le capacità di anticipare le connessioni o le verità analitiche. L'unica sua funzione è quella di rendere accessibili le conoscenze già acquisite". È questo un punto di grande interesse storico perché, secondo alcuni studiosi, con l'avvento dell'Intelligenza Artificiale il Regime di Lovelace è finito.

Qualche anno dopo la passione per le corse dei cavalli indurrà Ada a dimenticare ciò che aveva scritto nella nota sopra citata e a sviluppare un programma di ausilio allo scommettitore, basato sul calcolo delle probabilità.

Questa idea ha valore storico e avrebbe dovuto conferirle il titolo della prima programmatrice di un "sistema esperto", ossia di un sistema di calcolo che incorpori le conoscenze di un esperto in un dato settore. Per il momento la comunità scientifica non le ha ancora attribuito questo riconoscimento, forse per il fatto che con quell'esperienza Ada anticipò alcuni clamorosi insuccessi dei sistemi esperti e dovette vendere i gioielli di famiglia per pagare i debiti di gioco.

#### 1854. George Boole e le leggi del pensiero.

Il matematico inglese George Boole pubblica "An investigation into the Laws of Thought, on which are founded the mathematical theories of Logic and Probabilities". In quell'articolo Boole introduce un'algebra delle proposizioni. Una proposizione come "lui ama lei", può essere associata ad una variabile "LUIAMALEI", come si suole scrivere nella programmazione. La variabile "LUIAMALEI" potrà assumere soltanto due valori che potranno essere chiamati "vero" e "falso".

L'algebra di Boole lavora appunto su variabili di questo tipo, per mezzo di tre operatori fondamentali.

L'operatore "AND", o operatore di congiunzione logica, è l'analogo della congiunzione "e" del linguaggio naturale.

L'operatore "OR", o operatore di disgiunzione logica, è l'analogo dell'"oppure" del linguaggio naturale. L'operatore "NOT", o operatore di negazione logica, è l'analogo della proposizione "non". Un esempio: SISPOSANO = LUIAMALEI AND LEIAMALUI AND (LUIHASOLDI OR LEIHASOLDI).

L'algebrizzazione delle operazioni logiche scatena la reazione dei filosofi inglesi secondo i quali la logica è un capitolo della filosofia e non della matematica.

#### 1920. I principi della matematica.

Bethand Russel e Alfred North Whitehead pubblicano i "Principia Mathematica", che rivoluzionano la logica formale.

#### 1943. Il perceptrone.

Mc Cullog e Pitts descrivono il perceptrone, ossia il neurone artificiale, e le reti neurali artificiali, generalizzazione del perceptrone. Una rete neurale artificiale emula una rete neurale naturale, anche se opera su segnali digitali binari e non su segnali analogici.

### 1947. Alan Turing e gli scacchi.

Alan Turing descrive la struttura di un programma per il gioco automatico degli scacchi. Il suo obiettivo e' discutere un esempio di quello che puo' fare un calcolatore.

### 1950. Il test di Turing.

Alan Turing presenta "Computing machinery and intelligence", e il cosi' detto test di Turing. Se un operatore, lavorando su un calcolatore interconnesso ad un secondo calcolatore al di la' di una parete, non e' in grado di decidere se il suo interlocutore sia un uomo o un programma automatico, allora si puo' parlare di intelligenza artificiale. Nello stesso lavoro Turing esamina e respinge molte congetture contrarie all'ipotesi di realizzabilita' dell'Intelligenza Artificiale.

### 1950. Shannon e gli scacchi.

Claude Shannon descrive la logica di un programma per il gioco degli scacchi in "Programming a computer for playing chess" su Philosophical Magazine. E' questo il primo articolo sul gioco automatico degli scacchi.

### 1954. Il primo traduttore da lingua a lingua.

Un gruppo di ricerca della Georgetown University sviluppa un traduttore automatico di documenti dall'inglese al russo e viceversa. Usa 250 parole e 6 regole sintattiche che, in vero, paiono poche per le applicazioni concrete, ma il successo induce altri gruppi di ricerca ad affrontare il problema e il governo americano ad investire venti milioni di dollari nelle ricerche del settore.

### 1956. Il congresso di Dartmouth.

Due giovani professori americani, John McCarthy e Marvin Minsky, organizzano nel college di Dartmouth un seminario di due mesi dedicato ad uno studio ad ampio spettro sulla realizzabilita' dell'Intelligenza Artificiale. E' in quell'occasione che viene coniata la denominazione "Intelligenza Artificiale" ed e' per questa ragione che collochiamo a Dartmouth, se non la nascita, almeno il battesimo della nuova scienza.

In quel convegno si discute, per la prima volta, la differenza esistente fra il pitecantropo B.A.I. (before artificial intelligence) e il calculator sapiens A.A.I. (after artificial intelligence).

### 1956. Il "logic theorist"

Nasce il primo programma di I. A., chiamato "Logic Theorist (LT)" e scritto da Allen Newell, J.C. Shaw and Herbert Simon della Carnegie Mellon University. Poco dopo i tre autori presentano il General Problem Solver (GPS).

### 1957. La previsione di Herbert Simon

Herbert Simon, uno dei padri fondatori dell'Intelligenza Artificiale, formula una nota previsione. Entro dieci anni il calcolatore dimostrera' automaticamente importanti teoremi matematici, tradurra' i documenti da una lingua ad un'altra, comporra' musica di classe, gestira' un'azienda, ispirera' la maggior parte delle teorie psicologiche e battera' il campione del mondo di scacchi. Le sue previsioni non si avvereranno, ma i suoi contributi scientifici saranno di importanza fondamentale.

### 1957. Noam Chomsky e la linguistica computazionale.

Noam Chomsky, il grande studioso noto anche per la critica della società americana, pubblica una monografia dedicata alla struttura sintattica del linguaggio.

Il modello matematico analizzato diverrà uno strumento fondamentale sia della linguistica e dell'elaborazione automatica del linguaggio, sia dei sistemi automatici per la traduzione dei linguaggi per calcolatore.

### 1958. LISP

John McCarthy sviluppa LISP, uno dei linguaggi fondamentali per la soluzione dei problemi di Intelligenza Artificiale.

### 1958. Il dimostratore automatico di teoremi.

Herb Gelernter e Nathan Rochester di IBM presentano il primo dimostratore automatico di teoremi. Opera su un modello semantico di una classe di problemi della geometria.

### 1958. La prima vittoria a scacchi.

Il calcolatore NSS batte a scacchi la segretaria del suo progettista che, in vero, ha imparato a giocare il giorno prima.

### 1960. Le reti semantiche per la traduzione automatica.

Margaret Masterman ed alcuni colleghi della Università di Cambridge presentano le prime reti semantiche da utilizzarsi nell'elaborazione del linguaggio naturale e nella traduzione automatica.

### 1962. Il primo robot industriale.

Nasce Unimation, la prima azienda che produce robot industriali.

### 1962. Il primo programma per il gioco degli scacchi.

Al leggendario Massachusetts Institute of Technology nasce il primo programma per il gioco degli scacchi in grado di competere con buoni giocatori. Opera su un elaboratore IBM 7090 e verifica 1100 mosse in un secondo.

### 1965. Eliza, la psicoterapia automatica.

Joseph Weizenbaum di M.I.T. sviluppa Eliza, un programma che dialoga con l'utente in linguaggio naturale. Il programma ottiene molto successo soprattutto dopo lo sviluppo di una versione dedicata alla psicoterapia.

### 1966. Il rapporto Pierce.

Il governo americano scopre che i ritorni degli investimenti sulla traduzione automatica, dell'ordine di 20 milioni di dollari, sono stati modesti almeno dal punto di vista delle applicazioni concrete. La National Science Foundation ordina allora un'indagine sullo stato dell'arte. Il rapporto conclusivo, chiamato rapporto Pierce, quindici anni dopo l'inizio degli studi sulla traduzione automatica da lingua a lingua, proclama il loro fallimento.

Troppo complessa appare la sintassi dei linguaggi naturali rispetto a quella dei linguaggi artificiali, troppo difficile il problema della disambiguazione, ossia della identificazione del significato corretto tra i molti di una stessa parola e della stessa frase.

### 1966. URSS batte USA a scacchi.

Si svolge il primo incontro di scacchi fra un calcolatore sovietico ed uno americano. Vince il secondo per tre ad uno.

### 1967. Dendral, il chimico artificiale.

Eduard Feigenbaum, Joshua Lederberg, Bruce Buchanan e Georgia Sutherland presentano "Dendral", un sistema esperto per la chimica che e' in grado di identificare la struttura di una molecola partendo dallo spettrogramma di massa della sostanza.

### 1968. La grande sfida uomo – calcolatore a scacchi.

Il maestro internazionale David Levy scommette 3000 dollari con John McCarthy che nessun calcolatore lo potra' sconfiggere entro dieci anni. Vincera' la scommessa per 3 a 1.

### 1969. Il robot mobile che vede e affronta le difficolta'.

Presso il leggendario Stanford Research Institute viene presentato Shakey, un robot che si muove, vede, comprende lo scenario in cui si muove e risolve le difficolta' che incontra.

La Stanford Cart di Hans Moravec, qualche anno dopo, fara' di meglio attraversando un laboratorio pieno di sedie e altri ostacoli.

E' il primo passo verso la realizzazione del robot – collaboratore familiare, che, secondo quel tecnologo "duro" (anche nel senso di "ottuso") che e' Meo, rappresenta il piu' importante e difficile obiettivo dell'Intelligenza Artificiale.

Infatti e' relativamente facile realizzare un robot per assemblare o verniciare un' autovettura, ma e' difficilissimo costruire un robot domestico capace di sparecchiare una tavola o riordinare la camera da letto. La ragione e' evidente: un robot non vede, oppure, se vede, non capisce quel che vede. In altri termini, il robot domestico ha bisogno di un certo livello di Intelligenza Artificiale per vedere, o meglio, per capire quel che vede, e, sulla base di quel che vede, decidere come operare. Lo stesso robot domestico ha bisogno di Intelligenza Artificiale per ricevere e sentire ordini vocali, o meglio, capire quel che sente.

Deve riconoscere la voce del padrone per non divenire servo di chiunque lo comandi. Deve distinguere il gatto di casa da quello dei vicini per lasciare in pace il primo e cacciare gli altri. Qualche volta dovrà leggere i messaggi scritti che il padrone gli avesse inviato per lettera, e interpretare tali messaggi per tradurli in concetti di ordine.

Deve interpretare correttamente le diverse condizioni operative in modo da non pretendere di passare attraverso le porte chiuse ed evitare il cane mentre sta scopando il corridoio. Infine, dovrà imparare a giocare a scacchi per intrattenere la signora.

### 1972. Nasce il Prolog.

Alan Colmerauer sviluppa il PROLOG, che soppianterà il LISP come linguaggio principe dell'Intelligenza Artificiale.

### 1974. Si laurea il medico artificiale.

A Stanford, per merito di Ted Shortliffe, nasce MYCIN, il primo sistema esperto per la medicina.

### 1976. Il calcolatore dimostra il teorema dei quattro colori.

Quanto vale il numero minimo di colori di cui occorre disporre per disegnare una carta geografica in modo che a due aree adiacenti siano assegnati colori diversi?

Da 150 anni i matematici sanno che quel numero minimo e' 4, ma non sono mai riusciti a dimostrarlo. Appel e Akel finalmente ci riescono, impiegando un calcolatore per oltre 1200 ore. E' il primo teorema importante dimostrato con l'impiego di un calcolatore (e molta intelligenza naturale).

1978. Premio Nobel per l'economia a Herb Simon.

Herb Simon vince il premio Nobel per l'economia in virtu' dell'importanza della sua teoria della "razionalita' vincolata", una pietra miliare nella storia dell'Intelligenza Artificiale.

1980. Le "shell" dei sistemi esperti.

L'offerta di "shell", ossia di ambienti di sviluppo per la realizzazione di sistemi esperti, determina il fiorire di mille applicazioni industriali del settore, dalla gestione aziendale alla pianificazione degli investimenti, dalla prospezione mineraria all'assistenza tecnica delle macchine.

1982. Nasce il comparto industriale delle dattilografe automatiche

Jim e Janet Baker fondano la Dragon Systems, che diverrà l'azienda di riferimento nel settore del riconoscimento automatico della voce. Nasce così il nuovo comparto industriale delle dattilografe automatiche, che tuttavia non funzioneranno mai molto bene. Venti anni prima Luigi Gilli e Meo avevano sviluppato un riconoscitore della voce reconfigurabile (capace di classificare sino a 20 parole), di cui nessuno si ricorda più. Non sbagliava quasi mai, ma quando portammo a 200 il numero delle parole classificate sbagliava quasi sempre.

1980. Il programma giapponese dei calcolatori della quinta generazione.

Dopo i calcolatori della prime quattro generazioni, caratterizzati, nell'ordine, dall'impiego di tubi elettronici, transistori, microcircuiti a bassa integrazione e microcircuiti a grande integrazione, i giapponesi sognano una quinta generazione, caratterizzata da rivoluzionare funzionalità di Intelligenza Artificiale. Ad esempio, il sistema per il trattamento delle immagini dovrà memorizzare centomila immagini diverse, reperire un'immagine dall'archivio in cento millisecondi, e in pochi secondi interpretare un'intera immagine, ossia identificare i singoli oggetti presenti e determinare le loro posizioni relative. Il sistema di interpretazione della voce dovrà riconoscere diecimila parole diverse e comprendere il significato della frase. Inoltre dovrà identificare centinaia di parlatori diversi.

Il traduttore dall'inglese al giapponese dovrà essere dotato di un vocabolario di 100.000 parole e operare con una precisione del 90%.

Comunque la proposta giapponese riscuote un grande successo presso i mass media e la stessa comunità scientifica mondiale. Così quella proposta diviene il catalizzatore di molte iniziative occidentali ben più ricche di finanziamenti e ricercatori. Nella stessa Europa, di solito tarda nel recepire le innovazioni scientifiche e tecnologiche, decollano il programma comunitario Esprit, con un finanziamento di 1,2 miliardi di dollari in cinque anni (circa dieci volte il programma giapponese della quinta generazione) ed alcuni programmi nazionali, come il programma Halvey inglese (450 milioni di dollari in cinque anni, quasi cinque volte il programma giapponese) e un capitolo importante di un progetto finalizzato del C.N.R. italiano.

1982. Il progetto "Strategic Computing Initiative".

Sin dalle origini, i militari hanno mostrato molto interesse per gli sviluppi dell'Intelligenza Artificiale.

L'interesse militare si concentra' dapprima sui problemi di classificazione automatica delle forme, per la necessita' di riconoscere, ad esempio, un carro armato da un'automobile nel telerilevamento da satellite o da aereo. L'interesse crescerà progressivamente nel tempo, con il crescere delle aspirazioni, o dei sogni, dell'Intelligenza Artificiale per due ordini di ragioni.

In primo luogo, il robot domestico e' anche uno splendido guerriero: non mangia, non dorme, non pensa, non coltiva ideologie (almeno per il momento), non tradisce e puo' essere prodotto in serie. Otto milioni di robot prodotti in serie costano meno, tutto sommato, di otto milioni di baionette.

In secondo luogo, quando i tempi di azione e di offesa diventano dell'ordine dei secondi o delle frazioni di secondo, come nelle battaglie aeree, anche i tempi di reazione, e quindi di decisione, devono divenire dello stesso ordine di grandezza. Diviene quindi una necessita' tecnica sottrarre le decisioni all'uomo per affidarle al calcolatore.

Forse in risposta al progetto giapponese delle quinta generazione, DARPA (Defense Advanced Research Project Agency), l'Ente americano che finanzia e coordina le ricerche militari piu' avanzate, avvia il grande progetto S.C.I. o "Strategic Computing Initiative".

Il finanziamento previsto per S.C.I. e' un miliardo di dollari in dieci anni, cinque volte il programma giapponese.

Il programma e' la controparte militare di quello giapponese, ed e' quindi il libro dei sogni militari. Per l'esercito si vuole realizzare un veicolo automatico che sia in grado di penetrare nelle linee nemiche per operazioni di ricognizione, sabotaggio e trasporto, e che a tal fine possa vedere e interpretare l'ambiente, prendere decisioni operative, colloquiare con la base via radio in linguaggio naturale.

Per l'aviazione si intende sviluppare un pilota automatico che collabori su ogni aereo con il pilota uomo, occupandosi dei compiti meno importanti, come il controllo della strumentazione, il riconoscimento dell'ambiente, la guida del veicolo verso l'obiettivo nemico.

Il pilota automatico colloquiera' con il pilota uomo in linguaggio naturale e sara' in grado di apprendere dal pilota uomo o da altri piloti automatici.

Per la marina si vuol sviluppare un sistema per la gestione del combattimento che esamini in modo dettagliato lo schieramento nemico e il proprio, e, servendosi di simulazioni, indichi la strategia ottimale per massimizzare l'offesa da portare al nemico e minimizzare le proprie perdite.

Si pensa che il sistema sviluppato possa permettere anche, con dati diversi, la gestione tattica del combattimento a livello dei corpi d'armata, delle divisioni, dei battaglioni, la gestione logistica e la difesa missilistica.

### 1983. Lo scudo spaziale.

Il 23 marzo del 1983 il Presidente Ronald Reagan annuncia l'avvio del progetto S.D.I. o "Strategic Defence Initiative", con l'obiettivo ambizioso di colpire i missili nemici prima che entrino nel territorio degli Stati Uniti. A colpire i missili sara' un raggio laser di grande potenza, alimentato da una esplosione nucleare sotterranea e diretto verso l'obiettivo da un sistema di specchi orbitanti intorno alla terra.

I mass media battezzano il nuovo progetto "scudo spaziale" o "scudo stellare", su suggerimento di una vignetta satirica che rappresenta Reagan che si cimenta con un videogioco. Gli uomini del Pentagono dapprima si indispettiscono, poi accettano la nuova definizione.

S.D.I. ha bisogno di Intelligenza Artificiale per almeno due ragioni importanti.

In primo luogo, il tempo utile per intervenire e intercettare i missili in partenza dall'Unione Sovietica e' dell'ordine di pochi minuti, e pertanto le decisioni devono essere affidate ad un calcolatore. Tanto piu' che l'analisi delle immagini e dello scenario complessivo, sulla base dei quali occorrera' procedere, e' estremamente complessa, perche' il nemico potrebbe sparare un certo numero di missili "allodola" oltre ai missili buoni, per rendere piu' difficile l'intercettamento.

Così' - si afferma - una rete di elaboratori molto intelligenti potrebbe risolvere problemi che oggi non si sa bene come affrontare.

In secondo luogo, il software, ossia l'insieme dei programmi degli elaboratori di S.D.I., sarà composto da qualcosa come dieci milioni di istruzioni, che è bene siano molto affidabili, per evitare, fra l'altro, di scatenare un conflitto nucleare per un bug software. Nei 1983 il problema di scrivere dieci milioni di istruzioni affidabili pare insolubile, ma si pensa di ricorrere a nuovi strumenti di Intelligenza Artificiale per la sintesi automatica di programmi senza errori.

#### 1983. La partecipazione a un torneo di scacchi.

Il calcolatore BELLE partecipa a un torneo di scacchi per maestri e raggiunge un punteggio ELO (lo standard internazionale per la classificazione degli scacchisti) pari a 2203, la valutazione di un ottimo giocatore.

#### 1982 -1985. Barbara Pernici e Marco Somalvico organizzano il convegno internazionale su "Intelligenza Artificiale e gioco degli scacchi".

Per tre anni consecutivi, Barbara Pernici, maestro internazionale femminile di scacchi, e Marco Somalvico, uno dei più appassionati e profondi studiosi italiani di Intelligenza Artificiale, organizzano un convegno internazionale dedicato al rapporto fra scacchi e Intelligenza Artificiale.

#### 1985. Kasparov vince sempre.

Kasparov affronta i 15 migliori calcolatori e vince tutte le partite.

#### 1988. DEEP THOUGHT raggiunge quota 2745.

Nel campionato "open" degli USA DEEP THOUGHT si classifica primo ex-equo e raggiunge una valutazione pari a 2745, molto vicina a quella del campione del mondo.

#### 1997. Il primo campionato ufficiale di calcio per robot.

Si svolge il primo campionato ufficiale della cosiddetta "Robo – Cup" con 40 squadre partecipanti e oltre 5000 spettatori.

#### 1997. Il calcolatore sconfigge il campione del mondo di scacchi.

L' 11 maggio del 1997, il calcolatore DEEP BLUE sconfigge il campione del mondo in carica Garry Kasparov. DEEP BLUE è costituito da 30 processori IBM RS-6000 operanti in parallelo insieme a 480 microprocessori progettati specificamente per quella macchina. Quel calcolatore è in grado di valutare 200 milioni di mosse in un secondo.

#### 2006. A Torino il 14.mo campionato del mondo di scacchi per computer.

Potremmo proseguire a lungo ma è ora di passare al capitolo successivo  
...la più importante invenzione del XX secolo sta nascendo...



# *Ringraziamenti e link*



*Nel realizzare questo libretto, abbiamo attinto informazioni e immagini dalla rete, ponendo estrema attenzione al rispetto delle norme di utilizzo indicate.*

*Di seguito sono indicati i siti visitati.*

*Chiunque riscontrasse errori in tal senso o omissioni, è pregato di contattarci, provvederemo immediatamente alle opportune correzioni.*

## **LINK**

- <http://www.phillipmartin.info/clipart/homepage.htm>
- [http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num\\_sum.html](http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_sum.html)
- <http://web.math.unifi.it/archimede/laboratori/appunti/sumeri.pdf>
- <http://www.dti.unimi.it/citrini/Tesi/r9/cifre.html>
- <http://www.fe.infn.it/u/filimanto/scienza/storia/egitto/egitto.htm>
- [http://web.math.unifi.it/archimede/note\\_storia/numeri/numeri1/node12.html](http://web.math.unifi.it/archimede/note_storia/numeri/numeri1/node12.html)
- [http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/storia\\_prima.htm](http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/storia_prima.htm)
- <http://www.orianapagliarone.it/storia%20della%20matematica/animapita18.htm>
- [http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num\\_io.html](http://crema.di.unimi.it/~citrini/Tesi/r9/num_io.html)
- <http://www.museiscientificiroma.eu/museomatematica/mouseABACO2.htm>
- <http://www.ba.infn.it/~pierro/Didattica/matematica/numeri/romani/Storia%20dei%20numeri%20romani.pdf>
- <http://www.tecnoteca.it/museo/01>
- [http://www.trevisini.it/DOCS AREA/CERINI\\_OPMAT Quaderno1.pdf](http://www.trevisini.it/DOCS AREA/CERINI_OPMAT Quaderno1.pdf)
- <http://php.math.unifi.it/convegnostoria/materiali/pettisumeri.pdf>
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriAdditivi/egizi.html>
- <http://www.aiutodislessia.net/storia-le-civiltà-mesopotamiche-gli-ititti-1-superiore/>
- <http://books.google.it/books>
- <http://books.google.it/books?>
- [id=AfED2bC5ntsC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=notazione+numerica+ittita&source=bl&ots=tzhvtt9Aer&sig=TLGZNDgBgKlc5a\\_eU1GBbO1FJzA&hl=it&sa=X&ei=G6FYVLbfEI7naPSSgcgL&ved=0CD8Q6AEwBA#v=onepage&q&f=false](id=AfED2bC5ntsC&pg=PA16&lpg=PA16&dq=notazione+numerica+ittita&source=bl&ots=tzhvtt9Aer&sig=TLGZNDgBgKlc5a_eU1GBbO1FJzA&hl=it&sa=X&ei=G6FYVLbfEI7naPSSgcgL&ved=0CD8Q6AEwBA#v=onepage&q&f=false)
- <http://progettamatematica.dm.unibo.it/NumeriEgitto/horus.html>
- <http://web.unife.it/altro/tesi/A.Montanari/grecia.htm>
- [http://www.universonline.it/\\_misteri/articoli\\_m/articoli/01\\_05\\_22\\_a.php](http://www.universonline.it/_misteri/articoli_m/articoli/01_05_22_a.php)
- <http://www.pbs.org/opb/conquistadors/espanol/mexico/adventure1/pop-codex.htm>

<http://gaiarinaldelli.it/siti/progetto%20storia/azteco.html>  
<http://slideplayer.it/slide/618735/>  
<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>  
<http://slideplayer.it/slide/618735/>  
<http://people.sissa.it/~floreghi/stuff/mepvs2012.pdf>  
<http://www.collezionespada.it/html/9fam.htm>  
<http://celebiography.com/jack-kilby.html>  
[http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo\\_collezioni/scheda Oggetto.asp?idk\\_in=ST170-00024&arg=tavolo](http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo_collezioni/scheda Oggetto.asp?idk_in=ST170-00024&arg=tavolo)  
[http://ethw.org/Robert\\_Noyce](http://ethw.org/Robert_Noyce)  
<http://www.blogalileo.com/scoperti-alcuni-segreti-della-matematica-degli-aztechi/>  
<http://www.mimmocorrado.it/mat/alg/ins/sistemi.numerazione.pdf>  
<http://it.wikipedia.org/wiki/Abaco>  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Leonardo\\_Fibonacci](http://it.wikipedia.org/wiki/Leonardo_Fibonacci)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Liber\\_abaci](http://it.wikipedia.org/wiki/Liber_abaci)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_babilonese](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_babilonese)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_cinese](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_cinese)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_egizio](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_egizio)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_greco](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_greco)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_maya](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_maya)  
[http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_di\\_numerazione\\_romano](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_di_numerazione_romano)  
<http://progettamatematica.dm.unibo.it/>  
<http://www.clipartpanda.com/categories/comprehension-clipart>  
[www.dsi.unive.it/~pelillo/.../Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf](http://www.dsi.unive.it/~pelillo/.../Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf)  
<http://www.dsi.unive.it/~pelillo/Didattica/Storia%20dell'informatica/Lezione%202.pdf>  
<http://webmath2.unito.it/paginepersonalisi/giacardi/storianum1.pdf>  
<http://www.giocomania.org/pagine/19609/pagina.asp>  
<http://www.link2universe.net/2013-11-07/automa-bambino-scrittore-uno-straordinario-antenato-dei-computer/>  
<http://www.storiaolivetti.it/percorso.asp?idPercorso=605>  
[http://www.audiovalvole.it/tipologia\\_valvole\\_diodo.html](http://www.audiovalvole.it/tipologia_valvole_diodo.html)  
[http://it.123rf.com/photo\\_15446904\\_in-the-illustration-an-elderly-archaeologist-examines-a-magnifying-glass-ancient-vase-illustration-d.htm](http://it.123rf.com/photo_15446904_in-the-illustration-an-elderly-archaeologist-examines-a-magnifying-glass-ancient-vase-illustration-d.htm)  
[http://it.123rf.com/photo\\_7013815\\_archeologo-vecchio-sul-luogo-di-lavoro.html](http://it.123rf.com/photo_7013815_archeologo-vecchio-sul-luogo-di-lavoro.html)  
<http://www.filosofia.rai.it/articoli/storia-dei-numeri/9704/default.aspx>  
<https://www.youtube.com/watch?v=eBN721mvYzU>



