

## LA NASCITA DEL COMPUTER

### Introduzione

Il computer ha sicuramente rivoluzionato le nostre vite. La storia della sua ideazione si intreccia con gli eventi che hanno segnato la storia recente e con i cambiamenti sociali e culturali che l'evoluzione tecnologica ha spesso contribuito ad innescare o accelerare. I moderni elaboratori, in particolare, come molte delle invenzioni del XX secolo, sono nate per fini militari durante la seconda guerra mondiale; tuttavia gli effetti di questa rivoluzione tecnologica e degli sviluppi teorici che l'hanno accompagnata si sono estesi ben oltre le esigenze dettate dal conflitto bellico, influenzando profondamente ogni settore della società ed ogni campo della conoscenza.

Da una prospettiva storica, il computer può essere visto come il risultato di un lungo processo di miglioramento dei sistemi di calcolo le cui origini sono vecchie quanto la civiltà umana. Di seguito vengono ripercorse alcune delle tappe più significative del percorso che ha condotto dai primi rudimentali strumenti di calcolo allo sviluppo del computer moderno. Nel far questo si è cercato di porre l'attenzione non solo sui progressi tecnologici, ma anche sul contesto in cui questi sono maturati e sulle figure che ne sono state gli artefici.

### Dalle origini alle prime macchine calcolatrici

Se si escludono l'abaco (inventato dai cinesi circa 4000 anni fa) e tutti gli antichi strumenti meccanici per il calcolo usati dall'uomo nell'ambito della navigazione e dell'astronomia, si deve attendere il XVII secolo per vedere il primo esempio di macchina calcolatrice.

**Intorno alla metà del XVII secolo, il filosofo francese Pascal realizzò la Pascalina, ottimizzata per operazioni di somma e sottrazione; sulla base di questa, qualche anno dopo (1673) il matematico Leibniz realizzò una macchina capace di moltiplicare e dividere.**

**In realtà sembra che la prima macchina calcolatrice fosse la macchina di Wilhelm Schickard, che precedette di circa una ventina di anni quelle di Pascal e Leibniz.**

Queste macchine erano costituite da una serie di ruote dentate (come gli orologi) e funzionavano in maniera simile ad un abaco.

### Leibniz e il calculus ratiocinator

Nel 1670, ignaro delle invenzioni di B.Pascal e di W.Schickard, il grande matematico e filosofo tedesco si immerse nella progettazione di una macchina che non fosse una semplice calcolatrice, ma che fosse in grado di eseguire ragionamenti logici, elaborando proposizioni linguistiche alla stessa stregua di espressioni matematiche.

Egli sognava, in effetti, di creare un linguaggio matematico speciale, attraverso il quale scrivere una specie di enciclopedia della conoscenza umana. Questo linguaggio sarebbe stato costituito da simboli matematici manipolabili attraverso regole deduttive. Leibniz chiamò questo programma *calculus ratiocinator*. Tale macchina sarebbe stata in grado di dirimere, attraverso il semplice calcolo, qualunque controversia intellettuale pervenendo alla soluzione migliore sulla base delle informazioni disponibili.

**Anche se Leibniz non riuscì a realizzare il suo ambizioso progetto, contribuì all'elaborazione della logica simbolica, che fu successivamente sviluppata da George Boole(1815-1864) e Gottlob Frege(1848-1925).**

### Telaio di Jacquard



Un altro decisivo passo nella direzione dei moderni calcolatori venne fatto con l'invenzione del telaio di Jacquard.

Nel 1802, l'imprenditore francese J. M. Jacquard 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, formato da forellini.

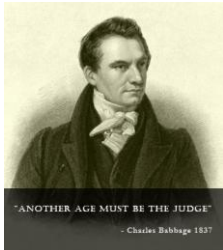
Il dispositivo di lettura delle schede era costituito da file di aghi che potevano attraversare solo dove c'erano i fori: i fili venivano così alzati automaticamente permettendo il passaggio della trama e il lavoro procedeva molto più in fretta, aumentando la produzione.

La reazione degli operai fu immediata: i telai di Jacquard rischiavano di gettare in miseria i 4/5 della popolazione di Lione. Il Consiglio della città gli ordinò di distruggerla.

Tuttavia, nel 1812 operavano in Francia già 11.000 telai a scheda perforata. Dieci anni dopo la macchina era diffusa in Inghilterra, Germania, Italia, America e persino in Cina.

Come spesso accade, **non si capì subito la potenzialità della sua invenzione in campo matematico: per la prima volta si introduceva il concetto di logica binaria** (1=foro presente, 0=foro assente) e di programmazione in tempo reale di un macchinario; non a torto è oggi considerata come una delle invenzioni che hanno maggiormente influenzato lo sviluppo dei moderni calcolatori.

### Charles Babbage: macchina analitica e differenziale

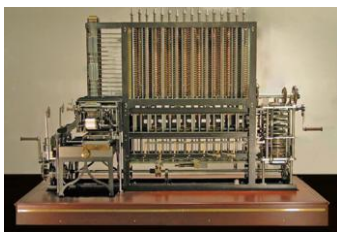


Eminente professore di matematica all'università di Cambridge(occupò la prestigiosa cattedra che era stata in passato di Isaac Newton e che è attualmente di Stephen Hawking ), Charles Babbage (1792-1871) dedicò tutta la vita allo studio di due macchine calcolatrici, una **differenziale, l'altra analitica**, che precorrevano largamente i tempi.

Il primo modello di macchina differenziale da lui progettata avrebbe potuto eseguire calcoli fino all'ottava cifra decimale, ed era stata **concepita per calcolare e stampare direttamente tavole matematiche e astronomiche** sfruttando un particolare metodo di calcolo, noto come il metodo delle differenze.

La necessità di automatizzare i calcoli e la stampa delle tabelle era dettata dall'elevata percentuale di errori riscontrati nelle tabelle disponibili all'epoca, dovuti in parte ad errori di calcolo e in parte ad errori di stampa.

Nonostante i numerosi tentativi, Babbage non riuscì mai a completare la realizzazione della macchina a causa delle difficoltà tecniche per il montaggio dei componenti meccanici richiesti, per la notevole precisione meccanica necessaria nella preparazione di ogni singolo componente e, soprattutto, per la mancanza di fondi sufficienti.



Babbage progettò un modello più avanzato della sua macchina alle differenze, ancora più mastodontica. Il progetto prevedeva 8000 componenti e la macchina finale avrebbe avuto un peso di 5 tonnellate!(Sulla base dei suoi progetti ne sono state realizzate delle riproduzioni funzionanti).

Ma particolarmente importante è il progetto della macchina analitica. **A differenza di quella differenziale orientata ad uno specifico compito, quella analitica** nelle intenzioni di Babbage **era stata progettata per essere in grado di risolvere qualsiasi tipo di calcolo sulla base di un programma scritto su una serie di schede perforate, idea che egli derivò dal telaio meccanico di Jacquard.** Altre schede erano impiegate per memorizzare costanti e dati numerici.

L'architettura della macchina anticipa in maniera impressionante quella che sarebbe divenuta l'architettura dei primi elaboratori. Disponeva, infatti, di una rudimentale forma di memoria, di dispositivi di ingresso, di un'unità di calcolo e di controllo.

### Ada Lovelace



Augusta Ada Byron matematica inglese, meglio nota come Ada Lovelace(nome che assunse dopo il matrimonio con William King, Conte di Lovelace), era figlia del poeta Lord Byron e della matematica Annabella Milbanke.

Il padre abbandonò moglie e figlia pochi mesi dopo la sua nascita, e non le rivide mai più.

Su iniziativa della madre, terrorizzata dall'idea che Ada potesse dedicarsi alla poesia come suo padre, venne educata all'età di 17 anni in matematica da Mary Somerville e successivamente da Augustus De Morgan, professore alla University of London, che si occupò di introdurre Ada a studi di livello più avanzato (fatto inconsueto per una donna del suo tempo) di algebra, di logica, di calcolo.

Il 5 giugno 1833 ad un ricevimento tenuto dalla Somerville, **Ada ebbe modo di incontrare Charles Babbage**, all'epoca vedovo quarantunenne. Ada rimase affascinata dalle idee di Babbage, e, interessatasi al suo lavoro, iniziò a studiare le possibili applicazioni delle macchine di Babbage, in particolare di quella Analitica, riconoscendo l'importanza di una simile tecnologia. L'occasione per Ada di mettere per iscritto le sue osservazioni sulla macchina analitica venne dall'incarico datole dal fisico Charles Wheatstone, amico di famiglia dei Lovelace, di **tradurre in inglese un articolo del giovane matematico italiano Luigi Menabrea**(scienziato, generale e uomo politico italiano che in seguito sarebbe diventato Primo ministro), **il quale avendo assistito ad un seminario di Babbage in Italia nell'autunno del 1841, aveva scritto un articolo sull'argomento in francese.** Le "Note" della Byron alla traduzione, finirono per superarla sia in lunghezza che in acume.

Nonostante ciò Ada firmò con le sole iniziali A.A.L il suo lavoro, in quanto alle donne non venivano riconosciute unanimemente le stesse capacità intellettuali degli uomini.

Ada intuì per prima le diverse possibilità che la macchina offriva quali l'esecuzione di calcoli complessi, il fatto di poter essere programmata specificando una sequenza di istruzioni (opportunamente codificate) e il poter agire su entità diverse dai semplici numeri. Ada intuì fondamentalmente che i numeri possono essere considerati come entità oltre che come quantità. In questo modo, una macchina capace di manipolare numeri, può manipolare (secondo regole stabilite) anche altri simboli quali lettere o note musicali rappresentate dai numeri stessi. Babbage invece, rimase legato ad una visione più ristretta della sua invenzione concepita unicamente come strumento per l'esecuzione di calcolo algebrico in forma di somme e sottrazioni.

Ada inserì numerose annotazioni proprie anche tese a decantare le virtù della macchina:

*“Possiamo affermare in maniera del tutto appropriata che la Macchina Analitica tesse motivi algebrici, proprio come il telaio Jacquard tesse fiori e foglie .”*

Le sue annotazioni comprendevano molti programmi che la nuova macchina di Babbage, benché fosse puramente teorica e non fosse mai stata costruita, avrebbe potuto eseguire. In particolare studiò il modo in cui la macchina avrebbe potuto eseguire un determinato calcolo, scrivendo quello che è unanimemente riconosciuto come il primo software della storia. Il suo programma, volto a calcolare i numeri di Bernoulli utilizzati per stilare tabelle numeriche, era di gran lunga più complesso di qualunque altro tentativo di Babbage e giustifica pienamente la fama di Ada come prima programmatrice della storia. Alcune delle funzioni da lei ideate sono tuttora utilizzate nella tecnica della programmazione. Nel 1980, il Dipartimento della Difesa statunitense ha dato il suo nome ad un nuovo linguaggio di programmazione di alto livello in suo onore.

### La tabulatrice di Hollerith 1890



Nel 1880 il censimento americano aveva posto un serio problema: sette anni dopo lo spoglio delle schede non si era ancora riusciti a completarlo e già si doveva preparare il censimento del 1890. Per accelerare le operazioni, l'ufficio censimenti bandì un concorso per la progettazione di una macchina in grado di classificare e contare automaticamente i dati.

Vinse la gara l'ingegnere statistico H. Hollerith, che aveva elaborato una tabulatrice riutilizzando l'idea delle schede perforate di Babbage, questa volta però non per specificare il programma, ma i dati da elaborare e i risultati dell'elaborazione.

Ogni scheda rappresentava le risposte date da un certo individuo. Sulla scheda, "maschio" poteva essere rappresentato da una perforazione e "femmina" dalla mancanza di perforazione. Domande più complesse richiedevano gruppi di perforazioni o assenza di essi.

Le schede perforate venivano inserite nella macchina, dove un circuito elettrico veniva acceso o spento dalla presenza o assenza dei buchi. Il linguaggio delle parole umane veniva tradotto in perforazioni ("foro sì", "foro no"), che la macchina leggeva elettricamente (acceso-spento). Era la prima volta che, nel calcolo, si faceva uso dell'elettricità.

La macchina poteva esaminare fino a 800 schede al minuto (una velocità favolosa per quei tempi e impossibile agli uomini). I conti del censimento del 1890 furono ultimati in 50 giorni. Il principio di Hollerith fu usato anche per il calcolo di tiro delle navi da guerra fino alla II guerra mondiale.

Hollerith fondò poi una ditta la *Tabulating Machine Company* che, dopo varie fusioni e cambiamenti di nome, diventò nel 1924 la *International Business Machines Corporation* (IBM).



### Analizzatore differenziale di Vannevar Bush 1931



Nel 1925, al Massachusetts Institute of Technology (MIT), Vannevar Bush (1890-1974) e la sua équipe iniziarono a progettare una macchina in grado di risolvere uno dei problemi matematici più complessi: la risoluzione delle equazioni differenziali.

La costruzione dell'analizzatore differenziale, interamente meccanico, iniziò nel 1927 e richiese circa tre anni a causa del gran numero di meccanismi, catene, leve e motori impiegati.

Nel 1930 il progetto fu completato, e già nel 1932 gli esperti balistici dell'esercito americano scoprirono l'enorme potenziale di questa macchina, in grado di calcolare velocemente traiettorie, ma non solo: l'analizzatore avrebbe permesso anche la ricerca di soluzioni ad altri problemi, per far progredire la teoria balistica fino ad allora piuttosto arretrata a causa delle proibitive moli di calcolo.

Bush ha avuto un ruolo di primo piano nel corso della seconda guerra mondiale, dando l'avvio, in qualità di direttore dell' *Office of Scientific Research and Development* (OSRD) ad una stretta collaborazione tra esercito, industria e ricerca per coordinare le ricerche dirette allo sforzo bellico. L'iniziativa di Bush fu decisiva nel determinare l'esito del conflitto.

Una volta terminata la guerra, sarà ancora Bush ad evidenziare l'importanza strategica di finanziare la ricerca di base al fine di mantenere una superiorità tecnologica degli USA che avrebbe assolto la funzione di deterrente contro eventuali potenze nemiche, facendo sì che le gerarchie militari ne divenissero i principali finanziatori.

Nel 1945 Bush pubblicò sul periodico *Atlantic Monthly* un articolo dal titolo *As We May Think*, nel quale prospettò una apparecchiatura futuribile, ispirata al funzionamento associativo della memoria umana, che chiamò *Memex* (abbr. di *memory expansion*), con la quale fosse possibile raccogliere e organizzare una serie di testi. Le sue idee avrebbero ispirato la creazione degli ipertesti.

## Macchina di Turing 1936



Alan Turing rappresenta sicuramente una delle figure più emblematiche della storia dell'informatica. Durante la seconda guerra mondiale partecipò allo sforzo bellico mettendo le sue capacità matematiche al servizio del *Department of Communications* inglese per decifrare i codici usati nelle comunicazioni naziste, criptate tramite la famosa macchina Enigma.

L'interesse per la crittografia e criptoanalisi (rispettivamente, codifica e decifrazione di messaggi) tuttavia aveva motivazioni più profonde. Non a caso egli paragona il processo di decrittazione all'indagine sulla natura dell'universo fisico, in cui i messaggi corrispondono ai fenomeni osservabili e le chiavi usate nella codifica, alle costanti fisiche.

Il nome di Turing è oggi famoso soprattutto per la sua analisi del processo di computazione in termini di una macchina astratta, detta *Macchina di Turing* (MdT). Egli la introdusse per dimostrare che l'attività matematica non è completamente meccanizzabile, in altre parole non esiste una procedura sistematica per stabilire la verità o la falsità di una proposizione matematica. Turing ideò la macchina pensando alle operazioni effettuate da un essere umano nell'esecuzione di un calcolo e riducendo tale processo ad una sequenza di operazioni elementari.

La MdT è in grado di leggere e di modificare dei simboli su un nastro di lunghezza idealmente infinita suddiviso in caselle, sulla base dei simboli letti in precedenza che codificano dati e istruzioni. Nonostante la sua semplicità, essa presenta la fondamentale caratteristica di essere universale, essendo in grado di svolgere, in linea di principio, qualsiasi tipo di calcolo non importa quanto complesso. Una MdT è pertanto in grado di simulare qualsiasi computer presente e futuro.

Servendosi della sua Macchina Universale, Turing dimostra che il problema di decisione, proposto da Hilbert, non è risolvibile neanche in linea di principio: esisteranno sempre enunciati matematici indimostrabili all'interno di un sistema formale. Turing dimostra, inoltre, che non esiste una procedura sistematica per sapere se un certo enunciato sia dimostrabile oppure no.

Sulla base delle intuizioni di Turing, Max Newman sviluppò il *Colossus* per decifrare i messaggi codificati con la cifratrice-trasmittitrice Lorenz SZ 40/42. La macchina, programmabile, comparava due flussi di dati effettuando operazioni booleane. Un flusso era il messaggio da decifrare mentre il secondo era generato dalla macchina che cercava di individuare la chiave di codifica effettuando delle prove e confrontando i risultati. Se una simulazione dimostrava un grado di accuratezza superiore a una specificata soglia il risultato veniva stampato tramite una macchina da scrivere elettrica.

Alla fine della guerra la macchina fu distrutta ed i progetti relativi bruciati, per ordine del servizio segreto inglese.

Turing non si dimostrò interessato al progetto di costruzione del *Colossus*. La sua idea era più ambiziosa: costruire non una macchina specializzata, per quanto potente, ma un computer programmabile nel senso odierno, cioè una versione fisica della sua macchina universale.

Questo avrebbe permesso, in particolare, di spostare i problemi futuri dall'ingegneria (cioè dalla costruzione di macchine specializzate ancora più potenti) alla programmazione. Questa idea era venuta nel frattempo anche a Von Neumann, che ben conosceva il lavoro teorico di Turing sulle macchine universali.

Il 19 febbraio 1946 Turing presentò un documento al comitato esecutivo del *National Physical Laboratory* (NPL) dove delineava il primo progetto di un computer con programma caricabile. A differenza della maggior parte dei primi computer come l'EDVAC di John von Neumann il progetto di Turing era un progetto indipendente slegato da ogni organizzazione militare.

Alan Turing capì che la velocità e la dimensione della memoria era fondamentale per ridurre il tempo di elaborazione. L'ACE gestiva anche le subroutine a differenza dell'EDVAC, inoltre L'ACE gestiva un primitivo linguaggio di programmazione chiamato *Abbreviated Computer Instructions*. Per via di difficoltà tecniche la prima versione dell'ACE costruita fu il *Pilot ACE*, una versione ridotta del progetto ACE. La versione completa dell'ACE venne costruita verso al fine del 1950 e operò fino alla fine del 1957 quando divenuto troppo obsoleto venne dismesso. Nel 1950 scrisse un articolo dal titolo *Computing machinery and intelligence* sulla rivista *Mind* in cui descriveva quello che sarebbe divenuto noto come il test di Turing: su questo articolo si basa buona parte dei successivi studi sull'intelligenza artificiale.

Personalità ribelle, eclettica e geniale, ma anche uomo insicuro, solitario e tormentato Alan Turing fu vittima del suo stesso successo, etichettato come soggetto pericoloso per lo Stato proprio a causa del suo contributo durante la guerra. Turing fu processato e arrestato con l'accusa di aver commesso atti osceni con un altro uomo, condannato ad una cura ormonale che lo rese impotente e gli fece crescere il seno. Due anni dopo, nel 1954 all'età di quarantadue anni, si liberò definitivamente dei servizi segreti e dell'Inghilterra, decidendo di porre fine alla sua vita, dopo aver mangiato una mela intinta nel cianuro.

## Lo Z1 di Konrad Zuse 1941



Divenuto giovane ingegnere aeronautico, Konrad Zuse avrebbe voluto affermarsi come progettista, approfittando del grande sviluppo dell'aviazione militare tedesca legato all'ascesa del nazismo.

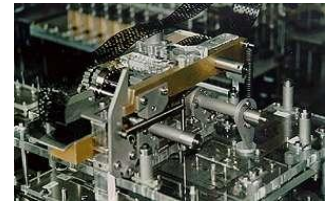
Iniziò a interessarsi all'informatica per ridurre il tempo di esecuzione dei molti e complessi calcoli necessari per la progettazione dei velivoli. Fu così che Zuse intraprese nel 1936 la progettazione e la costruzione di una macchina in grado di eseguire calcoli velocemente, ma dotata di una certa versatilità d'uso.

Il prototipo dello Z1 venne costruito in casa dei genitori (vedi figura a sinistra), che lo aiutarono

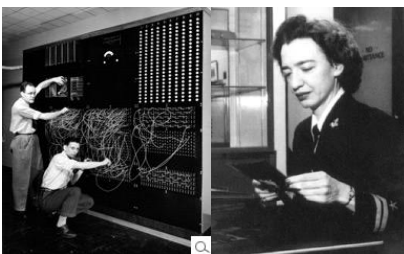
economicamente, ma non videro di buon occhio questa sua nuova iniziativa. La prima macchina di Konrad Zuse presentava una struttura già molto simile a quella dei moderni computer: era programmabile, dotata di unità di memoria e di un'autonoma unità di calcolo in virgola mobile basata sul sistema binario.

Le istruzioni venivano immesse tramite un nastro di celluloidi perforato simile ad una pellicola cinematografica, sul quale venivano poi scritte anche le risposte del calcolatore. La macchina di Zuse utilizzava la tecnologia elettromeccanica disponibile negli anni '30, ed era basata su un originale sistema di memorie meccaniche a levette ed incastri azionate da un motore elettrico, che la rendevano simile nell'aspetto e nel suono prodotto ad una specie di grosso centralino telefonico poggiato su tavolo, anziché in verticale. Zuse la denominò inizialmente "V1", dove "V" è l'iniziale in tedesco di "Modello Sperimentale".

Successivamente per non creare confusione con i più tristemente noti razzi di Von Braun, Zuse denominò la macchina "Z1", dall'iniziale del proprio nome. Soltanto durante la seconda guerra mondiale Zuse iniziò ad utilizzare i relè, dapprima solo per le unità di calcolo della macchina Z2 (1938-1939), e successivamente per tutti i componenti della macchina Z3 (1939-1941).



## Harvard Mark I 1944



Nel 1944 entra in funzione il calcolatore elettromeccanico Mark I (figura a sinistra).

Costruito nei laboratori della Industrial Business Machines (I.B.M.), funzionava con dei programmi registrati su nastro perforato. Questa macchina non era dotata di un'unità di immagazzinamento dei dati, questi infatti, erano interamente memorizzati nella CPU e il loro caricamento e salvataggio era un processo eseguito in modo manuale agendo sui contatori. Questa separazione tra dati e programmi è diventata nota come architettura Harvard. In un'architettura Harvard le memorie per i dati e per le istruzioni possono essere anche diverse, in particolare in alcuni sistemi la larghezza di parola delle istruzioni è superiore a quella dei dati e in altri sistemi i programmi sono memorizzati in una memoria a sola lettura (ROM) mentre i dati sono normalmente in una memoria a scrittura e lettura (RAM).

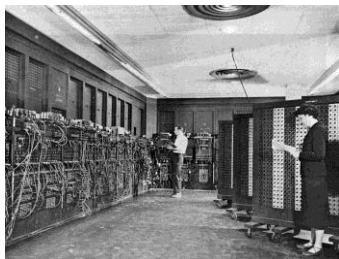


Pesava quasi 5 tonnellate, e le sue 78 sezioni di calcolo erano comandate con più di 3000 relè. Questa mole di componenti permetteva al Mark I di sommare due numeri di 23 cifre in meno di mezzo secondo.

Il successore del Mark I, il Mark II(1947) fu anche protagonista della coniazione del termine "bug", che oggi sta a indicare un errore di programmazione. Durante una sessione di calcolo, infatti, il "Mark II" iniziò a comunicare risultati errati: la matematica Grace Murray Hopper(2<sup>a</sup> figura da sinistra), dopo una lunga ricerca, trovò che una falena era rimasta schiacciata nel relè 70 del pannello F(la figura riportata di seguito riporta una nota della Hopper al riguardo in cui è incollato l'insetto trovato).



## ENIAC 1946



Commissionato dal governo degli Stati Uniti al fine di accelerare i calcoli balistici necessari per il lancio dei proiettili di artiglieria.

Dopo la campagna di guerra del Nord Africa nel 1942, gli Alleati avevano capito che, a causa delle differenti caratteristiche e peculiarità del terreno, così diverso rispetto a quello americano, i tiri dell'artiglieria risultavano molto imprecisi.

Per questo motivo, le tabelle balistiche, indispensabili per stabilire le traiettorie di ogni tipo di proiettile sparato da ogni tipo di cannone, andavano ricalcolate in base ai nuovi dati. Nonostante il miglioramento rispetto al lavoro manuale, i calcoli vengono eseguiti ancora troppo lentamente dal Differential Analyzer. Per ogni tabella

balistica occorre quasi venti ore, un'enormità se si pensa che questo sarebbe dovuto essere il lasso di tempo tra un tiro di cannone ed il successivo!

Herman Goldstine venne a sapere della proposta fatta da John William Mauchly alla Moore School(dove era stato inviato per utilizzare l'Analizzatore Differenziale per il ricalcolo delle tabelle balistiche), relativamente alla realizzazione di un nuovo tipo di calcolatore, e riuscì a ottenere il finanziamento di tale progetto.

Lo sviluppo di ENIAC, l'*Electronic Numeral Integrator and Computer*, cominciò il 31 Maggio 1943 e venne denominato Project PX. Il team comprendeva anche John Presper Eckert Jr., giovane laureato in Ingegneria di 23 anni e appassionato di elettronica.

Furono necessarie ben 18.000 valvole, che portarono l'ambiente ad una temperatura superiore a 50 °C. (Era il 1946; un anno dopo sarebbe stato inventato il transistor). Nella sua prima messa in funzione, l'ENIAC causò un black-out nel quartiere ovest di Filadelfia.

Durante la presentazione ufficiale nel 1946 l'ENIAC fu in grado, in meno di un secondo, di moltiplicare il numero 97.367 per sé stesso 5.000 volte.

Si trattava di un supercomputer costituito interamente da circuiti elettronici, senza parti meccaniche in movimento, e per questo molto più veloce dei calcolatori costruiti fino a quel momento.

L'ENIAC, pur essendo digitale, utilizzava il sistema numerico decimale. La sua memoria poteva contenere solo 20 numeri di 10 cifre, era di tipo flip-flop, l'input era consentito da schede di carta perforate.

La programmazione avveniva tramite cavi elettrici di collegamento sui pannelli, che dovevano essere ogni volta scollegati e ricollegati, ed ogni configurazione consentiva al computer di risolvere un diverso problema.

I maggiori limiti, oltre al calore prodotto, consistevano nei tempi piuttosto lunghi richiesti per la programmazione, nell'affidabilità e nella quantità di memoria. Nonostante tutto, l'ENIAC processava ad una velocità 1000 volte superiore a quella consentita da Mark I.

## John Von Neumann e l'EDVAC 1948/1951



Janos Neumann nasce a Budapest il 28 dicembre del 1903 da una famiglia di banchieri ebrei e muore a Washington, l'8 febbraio 1957 come John von Neumann.

Sicuramente una delle menti più brillanti e straordinarie del secolo appena passato. Le sue capacità hanno permesso a Neumann di apportare contributi significativi e spesso assolutamente innovativi in molti campi della ricerca, dalla matematica alla meccanica statistica, dalla meccanica quantistica alla cibernetica, dall'economia all'evoluzione biologica, dalla teoria dei giochi all'intelligenza artificiale.

Anche Von Neumann viene coinvolto nello sforzo bellico. Come ebreo sperimenta l'antisemitismo sotto il dominio comunista prima e nazista poi. In seguito alle esperienze vissute, egli maturerà una profonda avversione verso tali ideologie e ciò sarà alla base della sua attiva partecipazione nelle attività militari del governo statunitense e del suo sostegno al Progetto Manhattan.

Sempre nel 1944, von Neumann viene a conoscenza da un suo collega, Herman Goldstine, impegnato anch'esso nel Progetto Manhattan, dei tentativi effettuati presso il laboratorio balistico di costruire una macchina capace di trecento operazioni al secondo. Von Neumann ne rimane profondamente colpito e dentro la sua mente si aprono nuovi e affascinanti scenari.

Goldstine racconta così, l'incontro avvenuto casualmente in un afoso pomeriggio dell'agosto del 1944, allorché nella sala di aspetto della stazione di Aberdeen, egli riconobbe in un altro viaggiatore come lui in attesa di un treno, il famoso matematico di origine ungherese John von Neumann :

*« Prima di allora non avevo mai incontrato quel grande matematico, ma sapevo molte cose di lui e spesso avevo assistito alle sue lezioni. Fu perciò con grande trepidazione che mi avvicinai a quell'uomo famoso in tutto il mondo, mi presentai e attaccai discorso. Fortunatamente per me, von Neumann era un tipo cordiale e affabile, che faceva del suo meglio per mettere le persone a proprio agio. Cominciammo a parlare del mio lavoro. Quando von Neumann seppe che ero interessato allo sviluppo di un calcolatore elettronico in grado di effettuare 333 moltiplicazioni al secondo, l'atmosfera cambiò di colpo. La conversazione divenne qualcosa di simile a un esame di laurea in matematica. »*

Von Neumann aveva intuito che era possibile sfruttare i computer nel campo della matematica applicata, oltre che per il semplice sviluppo di tabelle balistiche. Von Neumann, infatti, avrebbe suggerito successivamente l'adozione di ENIAC come strumento per effettuare i complessi calcoli richiesti nell'ambito del Progetto Manhattan.

Dopo l'incontro con Goldstine, Von Neumann si unisce al gruppo di progettazione di ENIAC e aiuta Mauchly ed Eckert a formalizzare le idee che stavano alla base del progetto. Redige una raccolta di appunti che descrive in maniera dettagliata e rigorosa l'ENIAC ed un calcolatore ancora da realizzare, l'EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), progettato sempre da Eckert e Mauchly e dotato della capacità di immagazzinare e conservare in memoria un programma.

L'EDVAC realizzava il modello di Macchina Universale che Turing, dieci d'anni prima, aveva delineato nel suo famoso articolo sui numeri computabili (Von Neumann aveva avuto occasione di incontrare Turing a Cambridge e successivamente a Princeton).

Nel 1945 le intuizioni di Eckert e Mauchly e di Von Neumann vennero messe su carta nel *First Draft of a Report on the Edvac*. Questi appunti furono fatti pubblicare da Herman Goldstine il quale, facendo apporre sulla loro copertina il solo nome di von Neumann, trascurò del tutto i meriti dei due ingegneri Mauchly ed Eckert, favorendo così la diffusione dell'imprecisa espressione "Architettura di Von Neumann" e la disgregazione del gruppo.

L'EDVAC (Electronic Discrete Variables Automatic Computer) è la prima macchina digitale programmabile tramite un software basata su tale architettura.

Con l'EDVAC nascono dunque la memoria RAM e il concetto di software. Il fatto di trattare le istruzioni come dati consente di cambiare il programma durante l'esecuzione. A Von Neumann e a Herman Goldstine va anche il merito di aver ideato i flow chart.

## Computer di terza generazione



Il transistor(1947) e i circuiti integrati(1960) permettono una drammatica riduzione dei costi e delle dimensioni. Inizia l'era del computer moderno. Mentre nelle grandi aziende e nei laboratori di ricerca si diffondono i sistemi Mainframe come l'IBM System/360(1964) che suddividono il tempo di esecuzione sulla CPU tra una moltitudine di utenti connessi attraverso terminali privi di capacità di elaborazione, nei dipartimenti di molte università, nelle scuole e negli uffici delle piccole aziende iniziano ad apparire i primi minicomputer PDP-8(1965) prodotti dalla neonata DEC(vedi figura al lato).

Parallelamente vengono sviluppati i primi compilatori e nascono i primi linguaggi di programmazione simbolici come il Fortran(ideato nel 1957 da un gruppo di esperti dell'IBM) e il Basic(che vede la luce in un college del New Hampshire nel 1964).

Quest'ultimo linguaggio avrà un'importanza cruciale nello sviluppo dell'informatica.

Basic sta per *Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code* e ne verranno elaborate numerose versioni(nel 1970 vi erano almeno 20 versioni diverse funzionanti sui vari mainframe e mini), di cui una ridotta appositamente per essere installata nei primi computer domestici a metà degli anni '70 (della quale furono autori Bill Gates e Paul Allen).

Sviluppato per la didattica, il Basic si diffonderà presto proprio per la sua semplicità e flessibilità.

Stessa sorte spetterà al *Pascal* sviluppato dal professore svizzero Niklaus Wirth del Politecnico di Zurigo. Il *Pascal* facilita lo sviluppo del software perché consente ai programmatori di suddividere un programma in vari blocchi chiamati "funzioni" e "procedure" e questo ne facilita la comprensione, la modifica e la correzione.

Negli anni Sessanta i mainframe installati in giro per il mondo sono ormai decine di migliaia, vengono sviluppati i primi supercomputer come il Cray realizzato dalla Control Data(figura al lato).

Nel 1970 una piccola azienda della California, l'*Intel* presenta una memoria RAM (*Random Access Memory*) fatta di semiconduttori che permette di accedere ai dati molto più rapidamente e con un tempo di accesso indipendente dalla loro posizione( al contrario delle memorie sequenziali), inoltre le sue dimensioni sono estremamente ridotte rispetto alle memorie precedenti.

Nel 1971 ancora l'*Intel* sviluppa il primo *microprocessore*: un minuscolo circuito integrato (3x4 mm) che ha una potenza di calcolo paragonabile a quella dell'intero ENIAC. Il microprocessore è la chiave per il passaggio dai mainframe ai *personal computer* (all'inizio chiamati *microcomputer*).

Nel 1976 Steve Jobs e Steve Wozniak (fondatori della Apple) disegnano e costruiscono l'APPLE I, che è principalmente costituito da un circuito su una sola piastra(vedi figura successiva).



Più tardi viene annunciato l'APPLE II, che diventa un banco di prova per i personal computer : un vero e proprio home computer, con semplici, programmi di videoscrittura, fogli di calcolo, giochi e tanto altro. Il sistema operativo era scritto in BASIC e risiedeva in una ROM.

L'Apple II è stato il primo computer venduto con funzioni di grafica.

Con l'Apple II inizia a svilupparsi un fiorente mercato costituito da professionisti ed appassionati.

Vengono prodotti i primi computer progettati specificatamente per un'utenza domestica: ZX-80, ZX-Spectrum, Commodore e il primo PC-IBM con monitor monocromatico, 64 KB di memoria ed un microprocessore che, al pari del Motorola 68000, avrebbe fatto storia: l'Intel 8088. Nessuno allora, nemmeno IBM, si sarebbe mai atteso un successo di tale portata per un personal computer che, secondo molti esperti, ebbe il merito di accelerare la transizione verso l'informatizzazione di massa.

La nascita del PC fornì anche l'occasione all'allora minuscola società Microsoft, fondata da Bill Gates e Paul Allen, di divenire il gigante che è oggi. IBM, infatti, comprò da Microsoft l' MS-DOS, un sistema operativo a caratteri che Microsoft aveva acquistato a sua volta da una società di Seattle per 50.000 dollari.

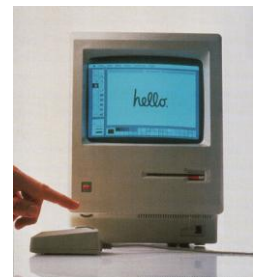
L'Apple Macintosh è stato il primo computer con interfaccia grafica e mouse di serie a conquistare un vasto pubblico di utenti. L'idea dell'interfaccia grafica e del mouse fu in realtà elaborata presso il centro di ricerca della Xerox che Jobs ebbe la possibilità di visitare.

Nel 1985 la Microsoft sviluppa il sistema operativo Windows 1.0, introducendo aspetti tipici del Macintosh nei computer DOS compatibili.

Le similarità introdotte nel sistema di Microsoft erano evidenti: Windows 1.0 era la brutta copia del sistema operativo dell' Apple, tuttavia l'allora amministratore delegato della società John Sculley accordò alla Microsoft l'uso di alcuni elementi della interfaccia grafica Macintosh in cambio dello sviluppo di software per Mac (Word, Excel).;

Tuttavia, come poi apparve chiaro, gli elementi "tipici Apple" che Microsoft aveva introdotto nel suo sistema Operativo erano tanti e tali, che Apple intentò una delle più celebri cause della storia dell'informatica, citando Microsoft e Hewlett Packard con l' accusa di violare il copyright di Apple su MacOS. Da parte sua, anche Xerox colse l'occasione di intentare causa, ma la sua richiesta venne respinta in quanto era ormai passato troppo tempo.

La causa andò avanti per molti anni e alla fine l'Apple ne riuscì sconfitta in parte per l' incauto accordo legale stipulato anni prima, in parte poiché le leggi sul copyright non tutelavano le idee(che tra l'altro risultavano a loro volta "rubate" ad Xerox e IBM), ma gli specifici elementi dell'interfaccia. Dal canto suo Microsoft grazie alla diffusione dei cloni dei PC-IBM e ad una serie di aggressive strategie di mercato, ha conquistato un ruolo di quasi-monopolio, installando il proprio sistema operativo sull'80% dei computer del mondo.





Il resto è storia, i computer hanno raggiunto un grado di miniaturizzazione e di diffusione che fino a qualche decina di anni fa, nessuno sarebbe stato in grado di prevedere ponendo le basi per l'altra rivoluzione "digitale", quella del World Wide Web e di Internet. Attualmente si assiste all'affermazione di dispositivi multimediali come gli smartphone, la televisione digitale, i PDA, che di fatto incorporano la tecnologia che ha consentito l'affermazione dei computer.

Il computer stesso ha assunto una molteplicità di aspetti a seconda delle esigenze dei suoi utenti.

Si va dagli enormi centri di elaborazione costituiti da migliaia di computer connessi in rete ai mainframe attuali che hanno dimensioni molto più ridotte dei loro progenitori ed un grado di affidabilità molto superiore (e ovviamente prestazioni superiori di diversi ordini di grandezza), ai server, alle workstation e ai portatili di ultima generazione, tanto sottili da poter essere contenuti in una busta (vedi MacBook Air della Apple).



Nei prossimi anni, l'aspetto dei computer potrebbe cambiare ulteriormente, al punto da essere incorporati nei vestiti, nei veicoli di locomozione, nelle penne, nei tavoli, ecc...

Non è solo l'aspetto che sta cambiando. Al posto di mouse e tastiera standard, si fa sempre più ricorso, nell'interazione con l'utente, a modalità più naturali per l'uomo come il tatto, la voce, i gesti.

## Intelligenza Artificiale

In ultimo merita qualche accenno la neonata disciplina dell'intelligenza artificiale il cui obiettivo è l'indagine dei meccanismi soggiacenti alle facoltà cognitive degli esseri umani (come il linguaggio, il ragionamento, la capacità di risolvere problemi, la percezione) e la loro riproduzione attraverso computer o dispositivi cibernetici.

Il primo ad usare l'espressione *Artificial Intelligence* (AI) per indicare questo genere di ricerche è stato John McCarty, durante uno storico convegno che si tenne nella città statunitense di Dartmouth nel 1956. Storicamente, il dibattito filosofico che si è sviluppato intorno a questa nuova disciplina e a concetti elusivi come mente, intelligenza, coscienza, pensiero, vede contrapposte due differenti posizioni in relazione al senso attribuito al termine "riproduzione" che abbiamo usato nella precedente definizione.



La prima è quella della cosiddetta **AI forte**, la quale ritiene che un computer opportunamente programmato, possa "pensare" ed essere dotato di un certo grado di autoconsapevolezza.

La seconda è quella dell'**AI debole** secondo la quale, un computer può solo simulare comportamenti "intelligenti", senza essere in grado di autentica comprensione.

In realtà le definizioni fornite ricadono in almeno quattro categorie. Nell'ambito di ognuna di queste correnti, infatti, cambiano i criteri in base ai quali si valuta il raggiungimento degli obiettivi dell'AI; alcuni lo misurano **in termini prestazioni umane**, mentre altri preferiscono riferirsi ad **ipotesi razionali**.

Al riguardo c'è da osservare che le previsioni effettuate dai sostenitori dell'AI debole, riguardo ciò che "le macchine" sarebbero o non sarebbero in grado di fare, sono risultate spesso eccessivamente pessimistiche, venendo più volte disattese dalla realtà.

D'altra parte, sebbene le argomentazioni addotte contro l'AI forte siano inconcludenti e falliscano nel tentativo di dimostrarne l'impossibilità, è parimenti difficile provare la correttezza di tale tesi se non realizzando materialmente una simile macchina. In effetti, anche qualora una tale macchina dovesse essere realizzata, è probabile che ciò non risolverebbe in via definitiva la disputa tra fautori dell'AI forte e dell'AI debole, per via della difficoltà di definire il concetto di "intelligenza", anche se avrebbe sicuramente profonde ripercussioni sull'opinione di quanti reputano tale progetto inattuabile.

Gli entusiasmi degli inizi sono stati spesso frustrati sia dai limiti intrinseci degli approcci utilizzati, che da limitazioni di natura tecnica; ciò ha prodotto una certa diffidenza verso questo campo di ricerca. Tuttavia, negli ultimi anni, a seguito dei progressi compiuti in diversi campi, dalle neuroscienze alla robotica, dall'informatica alle tecnologie di comunicazione e controllo, vi è un interesse crescente verso questo campo di ricerca e le sue applicazioni che sono da tempo uscite dai laboratori di ricerca per rivolgersi ad un numero sempre più vasto di persone. Ne è un esempio, la recente diffusione di robot giocattolo e aspirapolvere, l'utilizzo dell'AI nei videogame, nella telefonia, in campo medico, nei sistemi di sorveglianza, nella realizzazione di interfacce utente avanzate, di sistemi di traduzione, nei motori di ricerca, nella domotica ed in un'infinità di altre applicazioni.

Ripercorrendo i primi 50 anni di questa disciplina, L. Carlucci Aiello riassume efficacemente il ruolo avuto dall'AI nello sviluppo di nuove tecnologie, come pure i pregiudizi e le aspettative che ne hanno accompagnato il percorso:

*"Ogni disciplina scientifica è animata da sogni e motivata da grandi progetti. Grazie ad essi si procede, conseguendo risultati forse differenti rispetto a quelli immaginati, ma spesso utili e in grado di conferire all'intero programma un significato che sovente va al di là delle speranze e degli obiettivi originali. Accade anche di conseguire, talora, risultati inaspettati e originariamente imprevedibili.*

*Qual è il sogno dei ricercatori di intelligenza artificiale? Nella maggior parte dei casi si sogna, cosa piuttosto ambiziosa in verità, di realizzare quello che di certo appare come il più inaccessibile tra i progetti scientifici: capire i principi e i meccanismi del funzionamento della mente umana allo scopo di riprodurre l'intelligenza umana su una*

macchina. L'espressione "Intelligenza Artificiale" (IA) descrive accuratamente questo sogno traducendo correttamente l'obiettivo finale.

Ma, forse, se gravati da un nome meno impegnativo, i ricercatori di IA si sarebbero imbattuti in minori difficoltà lungo il loro cammino. In effetti, l'espressione "Intelligenza Artificiale" ha innescato paure irrazionali, alimentate da certa letteratura e cinematografia fantascientifiche. Anche il sarcasmo proveniente da alcuni ambienti antiscientifici non ha giovato.[...] Forse, invece, un forte dibattito era ed è inevitabile in quanto costantemente l'IA mette in ballo quella che è ritenuta la più esclusiva prerogativa degli esseri umani: l'intelligenza.

Va aggiunto che la scelta di un'espressione tanto forte come "Intelligenza Artificiale" ha di certo generato aspettative eccessive, in particolare considerando le limitazioni della tecnologia con la quale gli artefatti intelligenti andavano via via realizzati. D'altronde, qualcuno ha giustamente osservato che ogni volta che l'IA raggiunge un nuovo traguardo questo non è più annoverato tra i suoi risultati ma si trasforma in un prodotto dell'informatica tradizionale: un destino ingrato per una disciplina che, in realtà, ha conseguito molti successi e ha facilitato la vita di ognuno di noi. Una spiegazione di tale circostanza risiede nella constatazione che l'IA parte da problemi scientifici che vengono affrontati, risolti e, quindi, ingegnerizzati con gli strumenti dell'informatica.

Un esempio abbastanza noto è costituito dai sintetizzatori vocali con cui si interagisce telefonicamente quando si chiama un call center, per esempio, se si deve segnalare i valori del contatore alla società fornitrice di elettricità. Oggi si considerano tali sintetizzatori come un utile prodotto dell'informatica. In passato, tuttavia, quello dei sintetizzatori vocali e, più in generale, della elaborazione del segnale vocale, era un problema di interazione uomo-macchina a ragione collocato nella ricerca in IA."

Concludendo che:

"...i risultati della ricerca in IA sono stati e saranno utili indipendentemente dal fatto che sia possibile produrre artificialmente l'intelligenza. Inoltre, en passant, va di certo riconosciuto all'informatica avanzata di aver saputo produrre risultati che permettono simulazioni di piccoli frammenti di intelligenza, fornendo talora strumenti utilizzabili per una migliore comprensione dei meccanismi soggiacenti al funzionamento del cervello.

I ricercatori di IA, generalmente abbastanza indifferenti al dibattito filosofico, hanno proceduto con decisione verso la realizzazione di sistemi intelligenti dimostrando che, esattamente come nel caso dell'ozioso dibattito sulle macchine volanti, l'ultima parola spetta più agli ingegneri che ai filosofi."

Se il computer ha cambiato la storia dell'umanità, l'eventuale successo dell'AI potrebbe non essere da meno.

## Bibliografia

### Web

[http://it.wikipedia.org/wiki/Pagina\\_principale](http://it.wikipedia.org/wiki/Pagina_principale)

<http://people.na.infn.it/~murano/Abilitanti/>

<http://www.vialattea.net/odifreddi/saggi.php>

[Intelligenza Artificiale. I primi 50 anni](#)

### Libri

L'uomo che sapeva troppo. Alan Turing e l'invenzione del computer  
David Leavitt    Codice Edizioni

la logica aperta della mente  
Ignazio Licata    Codice Edizioni

Intelligenza Artificiale. Un approccio moderno  
Stuart J. Russell, Peter Norvig    UTET

La mente di Dio  
Paul Davies    Oscar Saggi Mondatori