

## 2. GLI STRUMENTI DI CALCOLO NELL'ANTICHITA' E LE IDEE SOGGIACENTI AL CALCOLO

L'utilizzazione di strumenti di calcolo è, di fatto, nata con l'uomo, forse non tanto con l'uomo cacciatore o agricoltore ma certamente con l'avvento delle prime forme di organizzazione sociale.

La storia delle macchine da calcolo è complessa tanto quanto la storia delle macchine in genere. Le varie conquiste e le varie tappe sono a volte dovute a piccole idee, ad intelligenti varianti ovvero a visioni di macchine del tutto differenti e pensate ciascuna con un fine differente.

I primi ausili per calcolare sono state le dita alle quali poco alla volta si aggiunsero pochi strumenti. I bastoncini facilitavano l'addizione e la sottrazione di numeri maggiori di 10. I più antichi simboli di calcolo cinesi derivano in modo evidente da questo sistema.

L'inizio degli strumenti di calcolo si fa risalire all'**abbaco** (o anche abaco), strumento la cui invenzione si fa risalire alla Cina del IX Secolo a.C., ma le cui tracce sono state ritrovate in numerosi luoghi europei, specialmente dell'Età romana. Non vi è dubbio che le culture antiche più evolute conoscevano già l'abaco. In Asia il soroban è stato utilizzato fino agli inizi del XX secolo. Il ritrovamento di abachi e pallottolieri lasciano intuire che è probabile che essi siano stati inventati, magari con varianti inessenziali, in Occidente prima che in Cina, ma non si conoscono tempi e luoghi. La parola "abaco" deriva da un termine semitico abq (polvere) a memoria delle tavole ricoperte da sabbia fine, sulla quale si scriveva con un radius e ove gli errori si cancellavano con le dita.

L'abaco non è una vera e propria macchina non avendo ingranaggi. L'oggetto "abaco" fin dagli inizi è costituito da una superficie piana di legno o di marmo suddivisa in righe orizzontali e fessure verticali su cui il venditore rendeva chiaro il conto al cliente. Ogni riga corrispondeva al valore posizionale della cifra, individuato a un piccolo oggetto. Allo stesso scopo il commerciante portava sempre con se, durante i viaggi, un telo per i calcoli. Successivamente troviamo lastre di metallo o di marmo o di una tavoletta che con l'uso di righe per scrivere, scanalature su cui poggiare pietroline o sferette, in altre parole con bastoncini o fili metallici sui quali infilare sferette bucate permettevano, secondo certe regole, di far di conto. Ogni serie di sferette o pietruccie rappresentavano unità contabili differenti. La posizione delle pietruccie a sinistra o a destra stabiliva la cifra; ogni fessura definiva il peso della cifra. Nell'abaco, come nei pallottolieri, era possibile "materializzare i calcoli" mediante lo scorrimento delle sferette (o simili). Sommare e sottrarre sull'abaco è semplice e rapido, moltiplicare e dividere richiede invece esercizio e tempo. Da notare che nel caso più semplice, ogni riga dell'abaco contiene 10 pietruccie, se sono tutte dalla parte destra, la distribuzione rappresenta la prima cifra di un numero. postando n pietruccie verso il limite sinistro, la distribuzione arriva alla n-esima cifra. Un abaco a sei righe può quindi rappresentare al massimo il numero a sei cifre 999999, il più grande possibile a sei cifre, nella numerazione decimale. (Si noti che il numero più grande esprimibile con sei cifre è invece 9 elevato a 9, elevato a 9, ..., elevato a 9!).

Il più antico riferimento cinese si trova in un libro scritto durante la Dinastia Harn del 190 d.C. il cui titolo si traduce in: *Spiegazioni di alcune operazioni matematiche in uso comune*.

Unica voce contro questo dominio assoluto è legata ad un ritrovamento di una sconcertante cassetta di bronzo. L'apparecchio, era una strana macchina di calcolo, che venne chiamata planetario di Andikithira, ripescata durante la Pasqua del 1900, dal tuffatore Elias Stadiatis. Il tuffatore era agli ordini del Capitano Demetrios Condos, e stavano lavorando per il recupero degli oggetti di una vecchia nave, affondata all'incirca nell'80 a.C., appunto al largo dell'isola greca di Andikithira. La nave aveva un carico di statue raffiguranti donne e cavalli e se ne decise il recupero, sotto l'egida del Museo archeologico di Atene. Nove mesi dopo, l'Ottobre del 1900, era tutto recuperato e sistemato. In un insieme di oggetti non catalogati, l'Archeologo Valerios Stais trovò un reperto di bronzo, che si rivelò di notevole importanza. Nel 1902 l'archeologo Stais diede l'annuncio: si

trattava di un oggetto unico nel suo genere: un meccanismo prodotto nella Grecia antica. Seguirono anni di polemiche, si giudicava che i greci, nella loro cultura, non avessero manifestato mai alcun interesse alla produzione di simili oggetti, che quindi destava perplessità e sospetti. Nel 1975 il prof. Derek de Dolla Price, dell'Università di Yale, annunciò la conclusione degli studi effettuati sul "meccanismo greco". Era un meccanismo contenuto in una scatola di bronzo di dimensioni in cm. di 30 X 15 X 5, realizzato attorno all'87 a.C., come risultava dalle prove al carbonio. L'oggetto permetteva di calcolare la posizione dei sette pianeti conosciuti all'epoca; si trattava quindi di un sorprendente precursore sia delle macchine da calcolo sia degli orologi astronomici. La macchina, a funzionamento manuale, presentava tre quadranti, ognuno dei quali dotato di una lancetta, come oggi negli orologi, e vari anelli calibrati mobili. Sull'involucro esterno appaiono istruzioni non più leggibili e nel complesso, le capacità di calcolo della macchina, non sono certo elevate rispetto agli standard di oggi, ma elevatissime per quelle di allora. La tecnologia non era banale, perché tutto il meccanismo appare complesso e progettato con estrema precisione. Nell'interno troviamo una lastra girevole, azionata da un ingranaggio differenziale, di sicuro il più antico conosciuto, ancora troviamo circa trenta diverse ruote dentate e ingranate di dimensioni diverse e montate su assi rotelle dentate e un albero di trasmissioni del movimento.

**Il planetario di Andikithira**, così è la più antica calcolatrice meccanica conosciuta. Si è, come già detto, ipotizzato che essa possa essere stata costruita nell'87 a.C., quasi sicuramente nell'isola di Rodi. L'ipotesi è avvalorata, per ragioni abduitive, dal fatto che a Rodi nel 100 a.C. era in funzione la Scuola di Posidonio il Siriano (135 a.C.-51 a.C.), uno dei principali rappresentanti della *Media Stoà*, il sistema di trasmissione della cultura attraverso incontri e passeggiate sotto i porticati (stoà). La scuola di Posidonio era un centro di studi astronomici e probabilmente la macchina di Rodi fu inventata all'interno di questa scuola, anche perché non vi erano altri luoghi a distanza ragionevole ove potessero esserci competenze ed interesse. Inoltre presso Posidonio operava il filosofo Gemino, che avrebbe avute tutte le competenze per inventare e costruire la macchina. I danni che la macchina di Rodi aveva subito non hanno permesso una ricostruzione della macchina originale. È stato costruito un modello della macchina del tutto funzionante, nella quale alcuni dettagli sono stati oggetto di interpretazione.

Per tornare all'abaco che come oggetto raggiunse la massima diffusione, questo come oggetto non ha avuto una grande evoluzione, così che ricordiamo poche varianti, per lo più di carattere geografico:

*l'abaco greco*, i cui dettagli operativi sono stati dimenticati

*l'abaco romano* a scanalature (citati da Lucillo, Orazio, Cicerone...)

*l'abaco cinese* o *suan-pan* le cui prime descrizioni risalgono al XII secolo .... e la cui diffusione in Asia si deve di sicuro ai Tartari, che ne avevano avuto conoscenza mediante i contatti con gli Arabi e i Persiani.

L'abaco giapponese o *soroban* è una diretta evoluzione del *suan pan*.

L'abaco russo o anche *s'choty* o le varianti dello *choreb armeno* o del *coulba turco* hanno anche loro provenienza asiatica.

In Europa l'abaco fu oggetto ben conosciuto nel Medioevo e l'oggetto assunse nomi diversi. I cultori di questo oggetto furono detti gli abacisti.

Quando l'Impero Romano si stava lentamente sfaldando emerge nel buio scientifico del tempo la figura di Anicio Severino Boezio (470-524), patrizio romano, ultimo grande filosofo, che ci lascia per la Matematica quattro compendi di opere classiche precedenti, anche se piuttosto semplificati. Contemporaneo di Boezio fu Cassiodoro (480-575), che dopo essere stato abile statista sotto Teodorico, fondò un Convento, i cui monaci precursori dei Benedettini, si dedicarono alla raccolta di libri antichi e alla copiatura amanuense. Ancora, dopo di loro troviamo il Vescovo Isidoro di Siviglia (570-636) e Gerberto d'Aurillac (940-1003). Gerberto divenne Papa con il nome di

Silvestro II nel 999, e pertanto fu il Papa dell'Anno Mille. E' ricordato in odore di zolfo poiché passò alla storia come grande Mago ed Astronomo.

Probabilmente era solo un dotto, infatti egli fu il primo che dalla Spagna diffuse le cifre arabe in Europa, ma è anche noto che fu un grande abacista! Da quanto emerge dalle loro opere i nomi dei loro abacci furono abbastanza esoterici. Così l'abaco fu chiamato *Mensa geometricalis*, oppure *mensa pythagorica* (nome prescelto dai seguaci di Boezio), o anche *tavola d'Abaco* o *Abaco a righe*, ed infine *l'arcus Pytagoreus* di Papa Gerberto!

Nel 1202 Leonardo Pisano pubblica il suo *Liber Abaci* sul quale per oltre tre secoli si formeranno i matematici e i gli esperti di calcolo.

Seguiremo il principio di non approfondire l'uso di questi strumenti di calcolo particolari, ma solo di raccontare la storia della loro evoluzione e approfondire il pensiero che a loro si connette.

*Va rivelato che essi erano molto più potenti di quanto non possa supporre chi con loro non ha mai operato.*

A riguardo, operando un *immaginario salto in avanti nel tempo*, spostiamoci al 12 Novembre 1945, presso il *teatro Ernie Pile* di Tokyo, dove ebbe luogo un famoso incontro/scontro di calcolo meccanico tra un certo Kyoshi Matsuzaki, campione giapponese di *soroban* ed un soldato statunitense di stanza in Giappone di nome Thomas Nathan Woods, considerato il massimo esperto di utilizzo di *calcolatrici elettriche* dell'Esercito USA. In questa occasione il vecchio abaco ebbe la meglio sulla modernissima macchina consacrando il soroban come il più veloce strumento di calcolo prima delle calcolatrici elettroniche.

### **3. DAI BASTONCINI DI NEPERO ALLE CALCOLATRICI MECCANICHE**

Fino al 1500 è innegabile come l'Abaco non abbia avuto rivali, lo strumento ha dominato le regole del Calcolo per dieci secoli e più. La moltiplicazione e la divisione con l'abaco sono notevolmente più complicate da eseguire dell'addizione e della sottrazione. Soprattutto con il riporto si possono commettere facilmente errori. In tal caso sono particolarmente utili alcuni metodi di calcolo. Il metodo «gelosia» era già molto diffuso nel primo medioevo; se ne trovano tracce in India, Persia, Cina e nel mondo arabo. In Europa appare all'inizio del XIV secolo. Il nome «gelosia» richiama gli antichi telai italiani per le finestre, con struttura a pioli.

Segni orizzontali e verticali formano una matrice. Le diagonali suddividono i campi. Per moltiplicare, il moltiplicando va inserito colonna per colonna, nella riga superiore; il moltiplicatore, cifra sotto cifra, nella colonna più esterna a destra. Si riporta nella matrice, nel punto d'incontro delle rispettive colonne e righe, il prodotto delle due cifre, scrivendo le unità nel triangolo inferiore e le decine in quello superiore. Il risultato finale viene composto partendo dal basso a destra, sommando le cifre di ciascuna diagonale. Un eventuale riporto viene sommato alla diagonale più vicina, a sinistra. In questo modo si ottiene il risultato, cifra per cifra, da destra a sinistra. Un metodo simile è utilizzato anche per la divisione.

Riprendendo lo studio delle apparecchiature di calcolo del passato un insieme di oggetti che hanno segnato profondamente la storia delle apparecchiature di calcolo sono i cosiddetti *bastoncini di Nepero* (o raddos) o anche ossa di Nepero. (Il nome ossa di..., proviene dal materiale spesso usato per i modelli più resistenti). Questi oggetti, databili 1617, furono ideati dal matematico scozzese John Napier (1550-1617), italianizzato in Nepero, protagonista con altri di una magnifica impresa.

Alla fine del 1500, il Rinascimento (XV-XVI) oramai al suo concludersi faceva spirare aria nuova ovunque. Le opere del genio Leonardo da Vinci (1452-1519), che operò nel pieno Rinascimento, spaziando tra arte, letteratura, medicina e scienza, erano stimolo e faro per tutti gli scienziati. Erano emergenti intanto Galileo Galilei (1564-1642) a Pisa e Ticho Brahe (1546-1601) nell'osservatorio danese di Uranienbourg, dove aveva fondato un antesignano istituto di ricerca e negli osservatori astronomici si respirava un'aria decisamente nuova, tra vecchie teorie e nuove idee, tra attività di grandi artigiani e intuizioni di valenti pensatori. Ertano tempi nei quali l'interesse per il calcolo aveva ripreso vigore, nel 1509 Ludolf Van Coolen aveva trovato le prime 35 cifre decimali di pigreco e le tabelle dei seni e dei coseni erano calcolate a mano con grande dispendio di energie, ed erano nate le tavole trigonometrico –astronomiche di G.J. Rhrticus completate nel 1596 da Valentin Otho. Lo stesso Michael Stiefel (1485-1567), nel suo *Aritmetica integra* del 1544, aveva affrontato seri problemi di calcolo introducendo le serie geometriche.

Gli scienziati conservatori continuavano a vituperare l'arte di costruire meccanismi atti a facilitare i calcoli, come nella Grecia antica ma, di fatto, avevano sempre meno credito grazie principalmente all'Astronomia, che usava strumenti sempre più sofisticati. In questo contesto culturale nasce l'avventura di tre giovani e precisamente il citato countryman scozzese JOHN NAPIER, l'orologiaio svizzero JOST BURGI (1552- 1632) operante a Praga e considerato il più importante costruttore di congegni meccanici del tempo ed HENRY BRIGGS (1561-1639), professore di Matematica al Gresham College di Londra e lettore di Geometria ad Oxford.

Furono costoro che di fatto, indipendentemente l'uno dall'altro, che nel 1588 e nel 1594 inventarono i logaritmi e costruirono le prime tavole logaritmiche; per il tempo fu una di quelle grandi idee che condussero i matematici, molto avanti in relazione al progresso nel calcolare. Probabilmente l'idea dei logaritmi era, tra le righe, del lavoro di Stiefel, ma il merito fu attribuito essenzialmente a Napier, il meccanico Burgi passo in secondo piano e solo Briggs ebbe la sua fetta di gloria poiché introdusse, nel 1615, i logaritmi in base 10 e si occupò della compilazione delle tavole.

Napier nel suo primo libro sui logaritmi: *Mirific ilogarithmorum canonis descriptio* (circa 1614) presenta lo strumento di calcolo mentre nel suo libro *Rabdologie* pubblicato ad Edimburgo nel 1617, lo stesso anno della sua morte, ideò basandosi proprio sui logaritmi, i suoi famosi bastoncini con i quali si potevano eseguire molto rapidamente operazioni matematiche molto complesse. Lo strumento, formato dalla intera cassetta dei bastoncini, era di fatto un moltiplicatore, che permetteva di risparmiare molte ore di calcolo. I nuovi oggetti, i bastoncini e gli oggetti matematici soggiacenti e ebbero in poco tempo un successo strepitoso tra matematici ed astronomi. Un secondo libro di Napier: *Mirificilogarithmorum canonis constructio*, nel quale vi era spiegato l'uso dettagliato dei logaritmi, apparve postumo nel 1619. Fu invece compito assunto da Briggs, come detto, quello di compilare il primo volume di tavole di logaritmi, cosa che avvenne nel 1617, con l'opera *Logarithmorum chilas prima*.

Raramente è avvenuto, nella storia del Calcolo, che una nuova scoperta incontrasse una fortuna così rapida come appunto la scoperta dei logaritmi. Alla scoperta fece seguito la pronta comparsa di tavole sempre più dettagliate e pienamente rispondenti alle esigenze del tempo.

Naturalmente non mancarono, negli anni a seguire, intere sequele di imitatori e perfezionatori.

Tra costoro emerse l'astronomo inglese Edmund Gunter (1581-1626) che nel 1620 ebbe l'idea di bloccare i bastoncini su una superficie, realizzando, in tal modo, il primo regolo calcolatore. La sua opera *De Sectore & Ratio* è del 1623 e il suo regolo è perfezionato successivamente dall'altro inglese Henry Leadbetter.

In realtà nel secolo X, in Cina, durante la dinastia Sung si narra che un certo Ma Huai avesse creato un gruppo di righelli di ebano con uno d'avorio, i quali messi in posizioni opportune rendevano molto rapidi alcuni calcoli. Non si sa molto di più e l'oggetto entra nella leggenda.

I primi regoli calcolatori efficienti, sia rettilinei che circolari, come quello di Richard Delamain, furono costruiti dall'inglese WILLIAM OUGHTRED (1574-1660). Nel 1622 Oughtred (1574-

1660) suddivise per la prima volta alcuni regoli in modo logaritmico e fece scorrere una contro l'altra due scale di questo tipo. L'addizione di due lunghezze corrispondeva ora alla moltiplicazione dei numeri e erano rappresentati sulle tarature; anche la divisione era relativamente semplice. Dal 1650 il regolo ebbe sua forma attuale: una lingua con tacche e numeri scorre in un «corpo», anch'esso graduato. Oughtred nel 1652 pubblica il volume *Clavis mathematicae denovo limata*, una sintesi della sua opera. E del 1652 il volume di Oughtred dal titolo: *Clavis Mathematicae denovo limata*, (Londrina, 1652).

Nel 1654 il regolo di Oughtred venne successivamente perfezionato da Robert Bissaker.

Apparvero quindi, dopo l'idea di Oughtred, scale graduate in vari modi, per es. per elevare a potenza o per calcolare la radice, per leggere funzioni goniometriche e valori reciproci. Il «cursore» scorrevole sopra il «corpo», introdotto nel 1845, permise di prendere in considerazione contemporaneamente più scale. Il regolo, che è il primo calcolatore analogico moderno, presenta due svantaggi rispetto al calcolo con i numeri:

1. La lunghezza dei righelli limita la precisione. Con le barrette normali, lunghe 25 cm, si ottiene nei casi migliori, lo 0,1%. Cilindri calcolatori con scale e lingue elicoidali, raggiungono lunghezze effettive fino a 12 m e aumentano così precisione, anche di due ordini di grandezza. Una precisione maggiore non è ottenibile.
2. La posizione della virgola decimale nel risultato deve essere trovata con calcoli mentali.

La capacità operativa dei regoli venne talmente valorizzata che sull'idea delle scale differenziate furono costruiti numerosi regoli, per impieghi ed attività speciali come quello del 1677 che Henry Coggshall progettò per l'industria e l'altro del 1683, progettato da Thomas Everard per il calcolo delle imposte. Nascono regoli per varie attività come carpentiere, esattore, chimico, e militari. Nelson è certo usasse un regolo per i suoi piani di attacco.

Solo nel 1850 con il regolo di AMEBEE MANNHEIM (1831-1906), geniale colonnello d'artiglieria, si raggiunge la forma definitiva dei regoli a noi conosciuti.

Con il 1870 l'industria prussiana soppianta in produttività quella anglo – francese con le ditte Faber Castell, Netler ed altre. I regoli tedeschi raggiungono l'apice con il regolo progettato nel 1902 dall'ingegnere tedesco Max Rietz (1872-1956).

I regoli, prodotti in più di 250 diversi modelli, consentirono, acquisita che fosse una certa manualità e possedendo buona vista, di eseguire diversi calcoli approssimati specie per le quattro operazioni fondamentali, potenze e radici e logaritmi.

I regoli vennero completamente soppiantati dai calcolatori elettronici tascabili di ben altra portata.

### **3.1. Un excursus attorno ai ... bastoncini di Nepero.**

Nel sistema degli ossi di Nepero, ogni bastoncino rappresenta una delle possibili colonne di una matrice «gelosia», in altre parole i multipli interi di una cifra. Per esempio, se si vuole moltiplicare 987 per 123, si appoggiano, uno vicino all'altro, tre bastoncini con 9, 8 e 7 nella riga superiore e si applica il metodo «gelosia». Il missionari portarono i suoi bastoncini fino in Cina., quando Nepero era ancora in vita.

Nacquero anche delle varianti. Un gesuita della stessa epoca, Gaspard Schott, tornò dei bastoncini cilindrici sulla cui superficie erano state incise, colonna per colonna, le cifre dei bastoncini di Nepero. Ne fissò alcuni in una cornice, uno vicino all'altro e in modo che potessero ruotare; sopra appoggiò un coperchio con fessure, in modo da poter osservare le singole posizioni dei bastoncini. Questo sistema semplice non fu però mai introdotto nella pratica.

Nel 1885 Henry Genaille risolse il problema del riporto con una forma e un posizionamento particolare dei bastoncini di Nepero. Arrivò però troppo tardi per un'ampia diffusione del metodo, oramai vicino ad essere sorpassato.

La **prima vera calcolatrice** fu creata, subito dopo, un geniale professore di Tubingen, WILHELM SCHICKARD (1592-1635), matematico, astronomo, meccanico, pittore, calcografo, orientalista e prete. Costui costruì nel 1623 una calcolatrice, capace di eseguire le quattro operazioni, basata sui bastoncini di Nepero. Conteneva un meccanismo per memorizzare e sommare successivamente i valori intermedi che si ottenevano sia nella moltiplicazione sia nella divisione. E' parere di molti che lo avessero spinto all'invenzione alcune conversazioni con l'astronomo Giovanni Keplero. A quest'ultimo Schickard aveva inviato una descrizione precisa della macchina, ma l'esemplare che gli aveva promesso bruciò in laboratorio. Il progetto originale andò perduto nel caos della guerra dei trent'anni, ma se ne trovò uno schizzo nelle carte di Keplero. Una ricostruzione funzionante venne fatta nel 1960.

La parte superiore della macchina calcolatrice contiene bastoncini di Nepero cilindrici posti orizzontalmente. Alcune manopole permettono la regolazione di numeri fino a sei cifre. Inserito tra queste manopole appariva un accumulatore composto da ruote dentate. Un utente trasferisce manualmente sull'accumulatore i valori intermedi posti sui bastoncini di Nepero e il risultato appare direttamente sotto, in piccole fessure. Dischi numerati, posti alla base della macchina, permettono di memorizzare un numero a sei cifre e ne risparmiano la trascrizione all'utente.

Un'ulteriore ruota dentata, posta fra due ruote numerate adiacenti nella parte dell'accumulatore, trasferisce il riporto nella posizione successiva. Dopo ogni giro completo di una ruota numerata, un dente singolo, montato separatamente, si inserisce nella parte intermedia corrispondente e produce una rotazione di 36 gradi. La ruota numerata, più vicina e con valore maggiore, si fa ruotare di una posizione.

Schickard limitò saggiamente la sua macchina a 6 cifre. In casi estremi, per es. sommando  $999999 + 1$ , un dente singolo, accoppiato al disco delle unità, deve far ruotare meccanicamente l'intera addizionatrice. Schickard arrivò ai limiti della meccanica della sua epoca. I calcoli di Keplero richiedevano però numeri con più di sei cifre. Schickard preparò allora degli anelli per le dita, che l'astronomo doveva infilarsi ogni volta che suonava il campanello, che indicava che la macchina tentava un riporto in settima posizione.

### 3.2. Osservazioni relative ai logaritmi.

Va aggiunto, a proposito dei bastoncini di Napier, che costui verso la fine del XVI secolo fece una delle scoperte più significative del tempo: la scoperta dei logaritmi. Indipendentemente da Napier i logaritmi furono scoperti, forse perché i tempi erano maturi, anche da parte di Jost Burgi. Tra il 1588 e il 1594, essi costruirono le prime tavole logaritmiche. Un grosso impulso alla teoria, come accennato sopra, è dovuto a Henry Briggs che introdusse, nel 1615, i logaritmi in base 10. Si accorse inoltre che tramite i logaritmi era possibile ricondurre le operazioni di moltiplicazione e divisione, che erano molto faticose usando gli ossi, alla addizione e sottrazione, invece piuttosto facili; questo per via delle proprietà dei logaritmi che vogliamo richiamare, utilizzando naturalmente l'attuale simbolismo.

Consideriamo il seguente problema: dati i due numeri  $a$ ,  $b$  ci si chiede sotto quali condizioni sia possibile trovare un numero incognito  $X$  tale che risulti verificata la seguente equazione esponenziale:

$$a^x = b$$

Si dimostra, ed allora fu ben intuito da Napier, Burgi e Briggs che se e solo se  $a, b$  sono positivi ed  $a$  è diverso da 1, allora esiste uno ed un solo  $X$  che risolve l'equazione. Il problema è che anche se se ne conosce l'esistenza del numero logaritmo, il più delle volte non si sapeva allora, come non si sa oggi, come trovarlo con esattezza. Furono realizzate le tavole, che ci permettevano, di trovare  $X$ ,

dati a,b. Oggi, lo stesso ufficio è svolto da una buona calcolatrice elettronica, che contenga la funzione logaritmo. Da quanto detto emerge che non siamo in grado di trovare X esattamente, allora si pone:

$$X = \lg_a b$$

Così che si può dire che : l'incognita da trovare , vale a dire il logaritmo in base a del numero b, è l'esponente X da dare alla base a per avere il numero b.

Fu successiva l'idea di riportare tutti i numeri alla stessa base 10 e quindi riservare il simbolo "lg", senza l'indice in basso, ai logaritmi in base 10. (Oggi il medesimo simbolo scritto "log" è riservato ai logaritmi in base "e"). Il riporto era possibile per via della seguente importante proprietà che si chiama "cambiamento di base":

$$\lg_a b = \lg b / \lg a$$

E' allora interessante osservare che la validità delle tre proprietà seguenti permettono di ricondurre il calcolo di un prodotto, quoziente e radice a sole somme e sottrazioni. Basta per questo utilizzare le :

$$\begin{aligned} \lg(a * b) &= \lg a + \lg b , & \lg(a / b) &= \lg a - \lg b , \\ n \lg a &= \lg a^n , & (1/n) \lg a &= \lg a^{(1/n)} . \end{aligned}$$

Il passaggio da un logaritmo al numero che lo produceva e viceversa era facile per via delle tavole e il gioco era fatto. Inoltre le tavole che si producevano erano sempre più precise. Il calcolo con il regolo, che via stava soppiantando quello degli ossi di Napier, cominciava sempre più, ad evidenziare i suoi vantaggi.

L'addizione di due lunghezze corrispondeva ora esattamente alla moltiplicazione dei numeri che erano rappresentati sulle tarature; anche la divisione era relativamente semplice.

Apparvero poi scale graduate in altri modi, per es. per elevare a potenza o per calcolare la radice, per leggere funzioni goniometriche e valori reciproci. Il «cursore» scorrevole sopra il «corpo», introdotto n 1845, permise di prendere in considerazione contemporaneamente più scale. Furono costruiti numerosi regoli, per impieghi speciali. L'unico problema che rimaneva La posizione della virgola decimale che nel risultato doveva essere trovata con calcoli mentali. Bisognava attendere almeno gli anni '70 (XX secolo) perché il regolo venisse del tutto sostituito dalla calcolatrice tascabile elettronica, più veloce, precisa e pratica.

Nel 1642, all'età di soli 19 anni, **Blaise Pascal** (1623-1662) inventò la sua Macchina aritmetica o Pascalina, una macchina con un complesso sistema di ingranaggi che consentiva di eseguire addizioni e sottrazioni mediante una semplice manipolazione di sei ruote poste sul coperchio di un'elegante scatola oblunga ma di piccole dimensioni. Le somme, ad esempio, apparivano in alcune fessure vicine alle ruote. Probabilmente Pascal abbia adattato meccanismi ad orologeria perfezionando anche una macchina precedente di tale William Schickard, meno elaborata, ma anche meno fortunata.

La pascalina fu la prima macchina di una vasta generazione di strumenti meccanici di calcolo che furono prodotti in varianti di vario tipo fino a tutto il 1800. Nell'evoluzione di queste addizionatori troviamo pure una macchina prodotta nel 1675 dal filosofo e matematico tedesco Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1717), che perfezionò la pascalina con modifiche che permettevano di fare moltiplicazioni, divisioni ed anche radici quadrate. La macchina di Leibnitz, detta anche calcolatrice a livelli, fu presentata nel 1694 alla Royal Society di Londra, e queste macchine dominarono la scena fino a tutto il primo ventennio dell'ottocento. Leibnitz, l'uomo che fu uno dei grandi fautori del rinnovamento culturale della sua era, diede molto nel campo che stiamo trattando

perché oltre al calcolo infinitesimale di cui fu uno dei fondatori, fu anche, come vedremo, l'inventore dell'aritmetica binaria.

Dopo molti tentativi frustrati solo nel 1820 troviamo qualche piccola novità come l'aritmometro di Xavier Thomas, che ebbe un grande uso in Commercio e le versioni di circa cinquanta anni dopo di F.T. Baldwin e W.T. Odhner. Ma doveva essere l'avvento del lavoro pionieristico di Babbage a segnare un cambio di epoca.

### **3.3. Le calcolatrici meccaniche che emulavano la pascalina.**

Blaise Pascal (1623-1662) iniziava a costruire dal 1641, indipendentemente da quella del 1623 di Schickard, un'addizionatrice meccanica di legno, con la quale si potevano sommare numeri a sei cifre (egli si annoiava a calcolare e a sommare le esazioni delle imposte di su padre). Questa macchina è conservata ancora oggi.

Si tratta di una calcolatrice numerica; alle cifre da 0 a 9 sono assegnate posizioni su ruote dentate (inventori più recenti hanno utilizzato anche aste dentate, ruote a pioli, rulli dentati, ecc.)

Per la rappresentazione di un numero sono necessarie tante ruote dentate su un asse unico, quante sono le cifre. La rotazione di un dente corrisponde ad aggiungere o a togliere uno, a seconda del verso della rotazione. Nel passaggio dal 9 allo 0 seguente, automaticamente, la posizione decimale più vicina veniva aumentata di uno. Questo procedimento si chiama riporto decimale.

Solo così avviene effettivamente un'addizione, per esempio dalle due cifre 19 il riporto fa passare alle due cifre 20. Se ci sono più 9 allo stesso momento, devono avvenire contemporaneamente più riporti decimali.

PASCAL ricondusse quindi le operazioni di calcolo alla rotazione di parti meccaniche che interagiscono.

La moltiplicazione avveniva tramite ripetute addizioni, la divisione con ripetute sottrazioni.

Gottfried Wilhelm Leibniz migliorò, dopo il 1670, la macchina di PASCAL utilizzando rulli dentati invece di ruote dentate. Con questi, per la prima volta, riuscirono la moltiplicazione e la divisione diretta di numeri a due cifre. Questa macchina era stata preparata per numeri a otto cifre, ma ai tempi di LEIBNIZ non aveva mai funzionato in modo soddisfacente, a causa di problemi meccanici nel riporto. La macchina originale fu dimenticata per due secoli, fu ritrovata, casualmente, in un solaio a Gottinga nel 1879. Il rullo dentato fu l'unica soluzione praticata per la moltiplicazione meccanica fino alla fine del XIX secolo. Fino alla metà del nostro secolo è rimasto parte integrante del calcolatore meccanico da tavolo.

Philipp Matthäus Hahn (1739-1790), un prete di Kornwestheim, nel 1770 posizionò in cerchio, intorno a un asse centrale, alcuni rulli dentati. Questo mulino girevole funzionava in modo affidabile e si diffuse rapidamente. Le macchine per le quattro operazioni fondamentali vennero progressivamente perfezionate. Dopo un po' di tempo furono costruite con un solo rullo dentato; seguirono poi tasti numerati e a movimento elettrico. Nel 1905 fu costruita la prima calcolatrice elettrica, nella quale era sufficiente premere dei tasti.

Giova però prima parlare di alcuni mutamenti del sociale che ebbero la loro influenza su tutto il movimento culturale globale dell'intero XVII secolo, cioè l'avvento dell'illuminismo. Precisiamo che non è l'illuminismo, nel suo complesso, che vogliamo esaminare, non sarebbe questo il luogo. Noi vogliamo esaminare la semplice apertura mentale, in relazione alla costruzione delle macchine di calcolo, che si generò dal fenomeno illuminista. Questa rivoluzione di idee, questa lotta ad un oscurantismo che impediva di considerare, come arte e cultura, tutto ciò che si rilegava al pratico ed alla manualità. Di questa filosofia della rottura di dualismo tra Arti Liberali ed Arte Meccanica nascente e quindi di interazione uomo-macchina, mente-corpo, teoria-pratica si ha una prima avvisaglia nella famosa opera dell'anatomo-patologo, ante litteram, il belga André Vésale, nome italianizzato in Andrea Vesalio (1514-1564). Nella sua *opera De corporis Humani fabrica*, pubblicato a Basilea nel 1543, possiamo leggere: ... il professore siede su un alto scanno "come una



cornacchia”, e spiega quel che fa il sezionatore; ma il professore non sa sezionare, né il sezionatore sa spiegare, e così “si insegna confusamente agli allievi meno di quanto un macellaio, dal suo bancone, potrebbe insegnare al dottore ...

Dal XVII al XVIII Secolo fiorirono molte Enciclopedie intese come sapere del mondo delle discipline. Le due in assoluto più famose e più simili alle attuali furono l'inglese *Cyclopaedia or An Universal Dictionary of Arts and Sciences*, pubblicata nel 1728 da Ephraim Chamber e la francese *Encyclopédie di Diderot e D'Alambert*. Entrambe si basavano sulla classificazione delle Arti e delle Scienze di Francis Bacon (1561-1626), il fondatore del metodo induttivo sperimentale e innovatore rispetto al metodo deduttivo di Aristotile.

La più celebrata, quella che segna il culmine del lavoro magistrale degli Enciclopedisti è l'**Encyclopédie di Denis Diderot** (1713-1784) e **Jean D'Alambert** (1717-1783).

Nella sua prima versione (1743) questa enciclopedia era una mera traduzione della Cyclopaedia di Chamber, ma successivamente divenne opera più ampia ed articolata, il cui primo volume apparve nel 1751.

Molto contrastata dalla Chiesa e colpita da un bando di Luigi XV fece la sua fortuna per il forte legame del pensiero illuminista, di cui divenne simbolo. Il suo atteggiamento era adogmatico, progressista, tollerante, liberale e razionalista.

A partire dalla classificazione di Bacon in 47 arti e scienze, vi erano ad esempio inserite le scienze e le arti applicate, contro ogni precedente tendenza di escludere soggetti utilitaristici. Si ponevano così nel sapere e come oggetti d'arte tutto ciò che veniva utilizzato dalla mano dell'uomo. Inoltre, e questo fu altro motivo dell'enorme successo, gli articoli dell'Encyclopédie non erano scritti da sconosciuti, ma da autori del calibro di Rosseau, Turgot, Montesquieu e Voltaire!

### 3.4. I piccoli Robot dell'antichità.

Un fenomeno di grande interesse in questo settore è la successiva nascita degli *oggetti d'arte animati meccanicamente*.

La storia di questa problematica è molto antica ed anche abbastanza interessante, e rappresenta quel sogno dell'uomo a riprodursi artificialmente, sogno che oggi si è sviluppato nelle direzioni della robotica ed automatica e recentemente verso la clonazione.

Fin dal II secolo a.C. inventori provenienti dalla Grecia iniziarono a creare degli attori artificiali animati, da usare negli spettacoli. Questi piccoli robot ante-litteram erano governati da macchinari e meccanismi complessi, erano in grado di recitare ruoli drammatici, come richiedeva lo standard del Teatro Greco, ma erano in grado di lavorare in mezzo alle fiamme e al fumo, produrre effetti sonori non umani, erano in grado di emettere anelli di fumo, spruzzi d'acqua e lingue di fuoco. Altri meccanismi, tuttora in uso, erano le grandi macchine, mediante le quali si potevano operare rapidi e d'efficienti cambiamenti di scena.

Tra i grandi nomi di coloro che si mossero in questa direzione dello studio della pre-robotica troviamo Filone di Bisanzio (200 a.C. circa), Cresibio e principalmente Gerone. Circa nell'anno 100 a.C. anche in Cina ci si mosse in questa direzione e con risultati anche considerabili di gran lunga più soddisfacenti.

Gerone di Alessandria (100 a.C. circa) fu colui che per primo inventò un motore a vapore, forse più per mostrare la potenza del vapore che non perché ne avesse comprese le potenzialità e le applicazioni future; Gerone utilizzava il vapore anche per gli spettacoli di attori artificiali. Nel suo libro *Pneumatica* egli ci scrive del comportamento dei fluidi e di diverse macchine, che usano aria calda sia per pompare acqua sia per produrre suoni, sia altre cose abbastanza singolari.

Vi è descritta l'idea delle camere a depressione, ottenuta raffreddando, al loro interno, una sostanza trasformata in vapore. (Questa idea si diffuse tra il XVI XVII secolo per pompare acqua dalle miniere). Nel successivo volume di Gerone, *Automata*, si esamina il problema degli attori artificiali

(diremmo i robot). Attraverso una recita Gerone spiega l'intero macchinario sottostante, che faceva funzionare gli attori artificiali sincronizzandoli con tutto lo scenario e con gli effetti speciali.

Il movimento era prodotto da ruote, pulegge, cilindri, leve, contrappesi alle quali si univano lampade speciali, serbatoi, lanciafiamme e pompe. L'operatore metteva in moto il congegno e tutto andava avanti da solo. Incredibile : era il 100 a.C.!

Rimarchiamo che gli effetti speciali di allora, ci inducono a farci riflettere intorno agli effetti speciali del cinema odierno che dalle origini fino agli anni '80, si è servito di macchinari interpreti di King-Kong, e di vari altri mostri alla Rambelli, non sempre superiori a quelli del passato, ma anche di scene di disastri e crolli realizzati in modo ... impeccabilmente ... falso. Il concetto di "effetti speciali" è oggi profondamente modificato in relazione alle scene virtuali e ai personaggi computerizzati.

Per continuare la nostra analisi del fenomeno pre-robotico ricordiamo che in Cina nel 70 a.C., al tempo della dinastia Tarnq, furono costruite macchine da spettacolo con la capacità di reagire a 13 stimoli esterni, quindi come diremmo oggi di "generazione successiva" rispetto agli statici e programmati attori artificiali alla Gerone.

Si narra di uno spettacolo connesso ad una festa nei giardini reali. Cinque omini artificiali, di circa cinquanta centimetri d'altezza, navigavano in una barca, lungo un piccolo fiume che attraversava i giardini e si snodava a serpente tra i tavoli degli ospiti. Vi era il timoniere, i rematori, un mescitore di vino che ad ogni tavolo serviva una tazza colma di vino, automaticamente. Tutte le volte che il commensale restituiva la tazza vuota il mescitore, sempre automaticamente, la riempiva di nuovo e la porgeva e questa era indubbiamente una reazione ad uno stimolo esterno. Purtroppo della narrata barca non c'è pervenuto il progetto!

Gli orologi non trovarono adeguati sviluppi e solo nel XIV secolo iniziamo a trovare interessanti orologi meccanici da porsi anche sulle torri dei campanili, prima la gente comune non era in grado di distinguere le ore della giornata. Troviamo eleganti ed elaborati oggetti meccanici, come orologi dalle molteplici funzioni ma anche cigni meccanici, cavalli meccanici ed anche uomini meccanici e nasce l'idea del Robot, un essere artificiale che può essere comandato a distanza da congegni elettrici ed elettromeccanici. In realtà l'idea di Robot fu un'invenzione letteraria, nata dal termine roboata, che, in lingua ceca, vuol dire lavoro pesante e fastidioso. Il Robot fu l'operaio artificiale immaginato dallo scrittore praghese Karel Kapek (1890-1938) autore di novelle (Racconti penosi) e drammi (R.U.R. , La fabbrica dell'assoluto, Krakatic). Il dramma "R.U.R." del 1920, è un tipico caso in cui la letteratura ha prefigurato un caso futuribile.

Oggi con il termine Robotica si indica un'intera branca, della progettazione elettronica, alla quale si collega anche il termine Automatica. Questo ultimo termine viene dalla parola Automa che può essere inteso come un termine più generale. Ad esempio una macchina, anche con sembianze diverse da un essere umano, che può essere comandata a distanza. Il mito letterario del Robot si ispira al mito del Golem, che è un essere artificiale ma fantastico.

Il Golem è legato alla figura del famoso rabbino Rabbi Low, operante nella seconda parte del 1500, e responsabile del ghetto di Praga dal quale gli abitanti potevano uscire solo marcati da cappelli gialli o altri segni evidenti, Rabbino molto esperto di Cabala e magia.

Il Golem, infatti, nelle leggende giudaiche dei paesi dell'Est Europa, nell'epoca romantica nella letteratura ceca. Il Golem è un essere artificiale, nato da un modello di creta, al quale "magicamente" è stato dato il soffio di vita! Il novello Adamo è dunque un grumo di fango, plasmato a forma d'uomo, al quale rabbini particolarmente saggi avrebbero infuso l'alito della vita, anche se in una forma imperfetta, perché concepita come mentalità ottusa ma benigna, per difendere il ghetto e fare i lavori pesanti. Nato per difendere il ghetto di Praga, si ribella al suo creatore! Mito della paura dell'uomo nei confronti delle sue stesse invenzioni e scoperte!

Ci troviamo davanti ai misteri della Nascita, il desiderio nascosto dell'uomo. La donna procreava e l'uomo non procreava, l'uomo guardava il mistero della procreazione e rivestiva la donna di sacralità per questo. La procreazione, un mistero ma anche lo specchio psichico di alcune dualità

come il rapporto padre-figlio, dominante-dominato, maestro- allievo, assieme al desiderio di rubare alla donna, questa sua capacità sacrale. Così l'uomo nel trascorrere del suo tempo è stato di volta in volta tentato, usando la tecnologia di cui disponeva, a sopperire alla sua carenza di creatore. L'uomo ha tentato, usando l'Alchimia per secoli, di produrre, artificialmente, un essere dotato del soffio vitale come l'Homunculus medievale, fino ad arrivare al Golem praghese di Rabbi Low. Del resto quando i tentativi, in termini di agito, erano impossibili, si ricorreva ad invenzioni letterarie, a parti della fantasia. Così ricordiamo alcune ideazioni letterarie come i vampiri di Bram Stoker, o anche la costruzione di uomini assemblati, come quello prodotto dal dott. Frankstein! Oggi la moderna clonazione e le ricerche sull'intelligenza artificiale.

Tante altre anticipazioni ci sono venute dalla letteratura fantastica. In questo settore si è iniziato a parlare di Robot ed Automi. Questi esseri sono apparsi nel Romanzo Popolare a partire dalle opere di Jules Verne (1828-1905) e per finire con la letteratura relativa alla Science Fiction.

Siamo partiti con dei mostri di ferro negli anni '30, l'evoluzione letteraria è stata lenta, il pubblico si è mostrato sempre più esigente e le "invenzioni della Scienze Fiction" è divenuta sempre più elaborata e sofisticata, così i Robot dell'ultimo ventennio, che appaiono in letteratura, sono quasi umani. La letteratura fantascientifica, specie ad opera del compianto Isaac Asimov, ha concepito esseri non umani del tutto simili all'uomo esternamente, ma poi in realtà con una filosofia interna che apre impensabili problematiche.

Personaggi come Yvo Demerzel, che ha dominato i più importanti cicli delle opere di Asimov, fanno pensare. La fantascienza è stata talvolta profetica, come appare evidente nella lettura delle opere di Jules Verne, a volte irrimediabilmente non profetica come nei casi di Wells e la sua macchina del tempo o in relazione all'espansione della razza umana nell'intero universo, ma questo naturalmente dipende dal fatto che l'indagine sul futuribile racchiude in se l'insieme delle possibilità, dalle più concrete alle più vaghe, insite nei sogni, nei desideri e nelle tendenze dell'uomo.

Per tornare alle nostre macchine di calcolo, giova osservare che nel 1899 in occasione dell'Esposizione di Parigi e della inaugurazione della Torre Eiffel, l'inventore francese Léon Bollée, presentò una molto efficiente calcolatrice a moltiplicazione diretta attraverso tasti meccanici e quindi attraverso una tastiera.

L'idea dell'utilizzo di tasti risaliva al 1850 e al professore di matematica Tito Gonnella, dell'Accademia delle Belle Arti di Firenze ed ebbe anche altri precursori come Door Felt, un giovane meccanico di Chicago, che nel 1884 costruì un altro rozzo prototipo, detto "Macaoni box", perché appunto montato su una cassetta di spaghetti italiani, detti "macaroni". Dopo tre anni di studi e perfezionamenti, nel 1887, quel rozzo prototipo, divenne un modello di addizionatrice a tasti, tutta in metallo, la mitica addizionatrice Comptometer.

La tastiera doveva subire poi una graduale evoluzione dalle macchine di calcolo a scrittura meccanica, poi elettrica fino alle tastiere elettroniche, elegantissime, prodotte anche da famosi designer, degli odierni PC.

#### **4. PRODROMI INFORMATICI NELLA LOGICA: IL SOGNO DI LEIBNITZ**

I Cinesi non risulta che avessero, in tempi remoti, un'aritmetica speculativa. Tuttavia nei loro libri di divinazioni utilizzarono chiaramente la numerazione in base 2. In Europa questa idea apparve molto più tardi, parzialmente per merito del Barone scozzese J. Napier, ma fu poi ripresa, approfondita e sviluppata da Leibnitz.

Raimondo Lullo (1234-1315) fu un precursore della Logica Matematica ed esercitò un grande

influsso sul pensiero di Leibnitz. Lullo aspira a costruire un procedimento meccanico che permetta di ottenere in modo sistematico ogni deduzione a partire da principi dati. L'idea era parzialmente presente in Carneade (150 a.C.), il "chi era costui" del manzoniano Don Abbondio.

Carneade, a quanto sembra, fu il primo a porsi nell'ottica che nel costruire una teoria razionale non si può definire ogni oggetto, e quindi dimostrare ogni teorema, poiché ciò darebbe luogo ad un regressum in infinitum. Occorrono dunque dei punti di partenza accettati, che generalmente si dicono "postulati" secondo Euclide, "principi dati" secondo Lullo, "conoscenze innate" secondo Leibnitz, "rivelazioni divine" secondo altri, come Newton. La finalità è sempre dimostrare le conseguenze dalle premesse, quali che siano i motivi della accettazione delle stesse.

Proseguendo nel discorso ed in ordine alla accettazione non passiva delle premesse, seguendo Leibnitz, la validità di una scienza poggia sulla concezione della razionalità del reale e questo vale essenzialmente per le premesse, che devono essere non solo innate ma devono anche rispecchiare il reale. Per il dedurre Leibnitz inseguiva una sua grande idea, certamente in anticipo sui tempi, alla quale ci si riferisce come al sogno di Leibnitz.

Tale idea consisteva nella costruzione e ricerca di un simbolismo adeguato "*characteristica universalis*" atto a esprimere le relazioni logiche, senza equivoci ed indecisioni, che costituissero il fondamento di un'algebra della logica che permettesse un *calculus ratiocinator* applicabile a l'intero sapere umano. Egli è convinto che la caratteristica sarebbe dovuta divenire "giudice delle controversie umane" così che gli errori dell'uomo si sarebbero potuti comparare ad errori di calcolo, facilmente correggibili con semplici ed attente revisioni delle catene di deduzione: i calcoli logici. Leibnitz sviluppò solo in parte la sua scienza e lo fece in modo sensibile nella costruzione del calcolo infinitesimale. Introdusse diversi simboli logici e si occupò della ricerca di concetti semplici da mettere a base dello sviluppo della conoscenza.

L'idea di sostituire al linguaggio ordinario un linguaggio logico adeguato ricompare in molti logici inglesi quali **Augustus De Morgan** (1806-1876), **George Boole** (1815-1864) che ne furono i realizzatori e nell'opera di C.S. Peirce (1839-1914), uno dei primi codificatori dei metodi abduttivi e dei processi di conoscenza indiziari. Tutti costoro preludono ai lavori di quelli che saranno i grandi logici del XX Secolo quali Rudolph Carnap e Bertrand Russel, ma anche ai futuri linguaggi che costituiscono uno dei fondamenti della programmazione.

## **5. PRODROMI DELL'INFORMATICA NEL MEDIOEVO: L'ARTE DELLA MEMORIA**

### **5.1. I Palazzi di Memoria**

È noto che i Greci, inventori di tante arti, inventarono anche un'Arte della Memoria che, attraverso la fase oscura del Medioevo, con Simonide di Ceo nel 470 a.C., Platone ed Aristotele, fu trasmessa a Roma da Cicerone e da Quintiliano e da loro si diffuse e s'inserì nella tradizione europea. Quest'Arte cerca di fissare i ricordi attraverso la tecnica di imprimere nella memoria sia i luoghi sia le immagini; da taluno nel passato fu catalogata come mnemotecnica, nei tempi moderni sembra essere divenuta un ramo secondario dell'attività umana. La nostra tesi è provare che quest'antica e gloriosa arte non è un ramo secco, ma che l'idea del passato, di costruire una memoria ben addestrata, allora d'importanza vitale per la trasmissione della cultura, ha oggi le sue discendenze in svariati aspetti dell'architettura nell'organizzazione delle informazioni dentro un computer.

Dal Medioevo al Rinascimento in molti tentarono di costruire un *Palazzo di memoria*, tra questi famoso fu quello del Gesuita marchigiano Matteo Ricci. Il Ricci visse, per molti anni in Cina, creò anche una sorta di grammatica in italiano della lingua cinese, costruì profonde analogie tra la

struttura linguistica ad ideogrammi e l'arte della memoria. La disciplina denominata *Arte della memoria*, nel mondo classico appartiene alla RETORICA, come la tecnica di imprimere nella memoria una serie di luoghi, dei quali la tecnica più nota fu quella di ideare e memorizzare un sistema architettonico (Palazzo) nel quale idealmente – diremmo oggi virtualmente – organizzare il proprio sapere.

La descrizione più chiara fu data da Quintiliano: per formare una serie di luoghi della memoria, egli dice, si deve ricordare un edificio, il più spazioso e vario possibile, con un atrio, soggiorno, camere e stanze.

Nell'atrio ci saranno degli oggetti che ti ricorderanno tutti i tuoi discorsi preliminari, e sull'atrio si apriranno varie porte di differenti stanze, ciascuna delle quali ti ricorderà un capitolo del tuo sapere. All'interno delle stanza gli oggetti ti ricorderanno i dettagli di quel tuo sapere. Naturalmente in una stanza, se questo ti potrà servire, tu potrai aprire una porta che ti introduce nella una casa di un amico, o su una tua abitazione lontana, quella porta non esiste che nella tua mente ma da lì tu potrai andare ad altri discorsi ed accedere ad altro sapere ...

Cicerone fa ben notare come l'invenzione della memoria di Simonide poggiasse non solo sull'importanza dell'ordine per fissare il ricordo, ma anche sulla scoperta che tra tutti i sensi vi è anche quello della vista nella mente, che può essere considerato il più forte; infatti, com'è stato osservato da Simonide sono ben più complete le figure mentali che si formano nella nostra mente, dopo profonde ed accurate osservazioni.

È facile dedurre che persone desiderose di addestrare la facoltà della memoria, devono scegliere alcuni luoghi e formarsi immagini mentali, in modo che l'ordine dei luoghi nella mente garantisca l'ordine delle cose nella mente e nel discorso. Ne segue che in noi si vengono ad avere due tipi di memoria: la memoria naturale e quella artificiale. La memoria naturale è innata nelle nostre menti, essa è nata insieme con il pensiero stesso, la memoria artificiale o memoria potenziata è consolidata dall'educazione; una buona memoria naturale può essere migliorata e si può pensare in perenne evoluzione.

Negli anni 86-82 a.C. un *ignoto maestro di retorica* in Roma compilò un *primordiale manuale di memoria* dal titolo: *Ad Herennium*. Quest'opera, che attinge a fonti greche sull'educazione della memoria, probabilmente ad antichi trattati greci di retorica, oramai perduti, sembra essere la sola trattazione latina sull'argomento, che ci sia pervenuta e che sia servita, come spunto, a Cicerone e Quintiliano. Così essa costituisce la fonte principale, per l'arte della memoria classica, sia per il mondo greco sia per quello latino.

La memoria artificiale si basa su luoghi reali e su immagini, un *locus* è un posto facilmente afferrato dalla memoria, come una casa, un angolo ecc.; le immagini sono forme, simboli che desideriamo ricordare. Chi abbia imparato la mnemonica può sistemare - diciamo virtualmente - nei luoghi tutto ciò che ha udito e ripeterlo, ripescarlo, usarlo come oggetto depositato nella memoria. Per ricordare molti eventi dobbiamo provvederci di un numero ampio di luoghi.

Aristotele ebbe certamente familiarità con la memoria artificiale, la teoria d'Aristotele sulla memoria è basata sulla teoria della conoscenza, esposta nel *"De Anima"*, dove Aristotele afferma che è impossibile pensare senza un'immagine mentale; la memoria appartiene alla stessa parte dell'anima alla quale appartiene l'immaginazione. La memoria, poiché, si collega con le impressioni sensoriali, essa non è peculiare dell'uomo: infatti, è parere di molti che anche certi animali sono dotati di memoria, magari più istintiva che cosciente, ma pur sempre memoria. Uno dei vantaggi della memoria artificiale risiedeva nella possibilità che il suo possessore poteva prendere le mosse da ogni punto degli intricati luoghi del suo palazzo di memoria e tali suoi luoghi poteva percorrerli in ogni direzione, attraverso vari e possibili cammini, attraverso immaginari corridoi, ed innumerevoli porte.

Platone, diversamente da Aristotele, credeva in una conoscenza non derivata da impressioni sensorie. Secondo lui occorre sempre osservare la realtà; tutta la conoscenza e tutto l'apprendimento essendo solo tentativi di ricordare la realtà (la fondamentale opera platonica sull'argomento è il *"Fedro"*).

La memoria in senso platonico è fondamentalmente legata al reale, le idee di Aristotele sono essenziali per tutto il pensiero scolastico e medievale, il pensiero platonico si sviluppa come essenziale per l'arte mnemonica del Rinascimento. Fu *Metrodoro di Scepsi* a compiere un passo avanti in quest'arte, creando un procedimento di fissazione mnemonica di note o simboli, o stenogrammi, collegato con lo zodiaco.

Nel mondo sommerso dei barbari del Medioevo, le voci degli oratori tacquero, la cultura trovò posto e rifugio nei monasteri e l'arte della memoria, divenne superflua, sebbene la tecnica quintiliano di fissare nella memoria una pagina ben scritta, ben predisposta, possa essere stata ancora utile. È Marziano che in qualche modo tramanda al Medioevo la mnemonica collocata entro lo schema delle arti liberali.

L'interpretazione etica o prudenziale della memoria artificiale, è probabilmente opera dell'alto Medioevo. Si ha allora un'idea di ciò che fosse l'arte della memoria medievale, prima che se ne occupassero gli scolastici. Uno dei più importanti centri che quest'arte fu Bologna con la scuola Boncompagno da Signa, autore di due opere sulla retorica, tra cui la famosa *“Rethorica Novissima”*. Per Boncompagno la memoria artificiale è un'arte ed la sua scoperta si ritiene dovuta all'ingegno. Alberto Magno considerava la memoria una parte sensitiva dell'uomo, e la reminiscenza la parte intellettuale. Si afferma che Tommaso d'Aquino possedesse una memoria (esercitata) fenomenale che Cicerone avrebbe detto *quasi divina*. Giova ricordare che lo scopo dei dotti domenicani, cui Tommaso e Alberto furono rappresentanti, era l'utilizzo del rivisitato sapere aristotelico principalmente per difendere la Chiesa e per confutare le argomentazioni degli eretici. La sapienza di Tommaso d'Aquino è rappresentata sulle pareti della sala capitolare del Convento domenicano di Santa Maria Novella in Firenze, dove si esaltano le sue virtù (teologali, cardinali).

## 5.2. Il Teatro della memoria di Robert Fludd

In Europa, gli influssi ermetici raggiunsero il loro culmine durante il Rinascimento. Uno dei filosofi ermetici più noti fu Robert Fludd; egli appartenne alla tradizione ermetico-cabalistica del Rinascimento. Il sistema di memoria di Fludd è più sofisticato dei Palazzi della memoria del passato. Egli rappresentava il suo sistema attraverso il cosiddetto *“Teatro di memoria”*, composto di stanze di memoria, ma associati ai cieli rotondi, perché le stanze erano - virtualmente - poste nello zodiaco. Il *palcoscenico* ove si rappresentavano mentalmente le *“memorie”* (conferenze, teorie, dialoghi, ecc.) era, di fatto, l'intero zodiaco, chiamato il *“Cielo Rotondo”*.

S'innestarono due diversi tipi di arte: *l'arte Rotonda* che si occupava dell'*immaginario collettivo del tempo* e faceva riferimento a immagini della mente totalmente ideali (figure delle stelle, talismani, segni dello zodiaco) e *l'arte Quadrata*, sostanzialmente l'arte della memoria tradizionale, sia pure artificiale, che si connette con l'idea classica di “edificio della memoria” e che utilizza luoghi reali in edifici reali. I sistemi di memoria di Fludd utilizzano oculate misture di arte Rotonda e arte Quadrata nell'idea di far intervenire nei luoghi recanti immagini di memoria, quella che lui chiama *“energia astrale”* che immaginariamente è una sorta di immaginario sacrale, o se si vuole l'energia dovuta alla sinergia di tutti coloro che interagiscono nel pensiero collettivo.

Con il termine *teatro*, così, non intende ciò che è un teatro nel senso comune del termine, in altre parole un edificio dotato di un palcoscenico ed una platea, ma si intende semplicemente il *“solo palcoscenico”* – beninteso virtuale – dove rappresentare le immagini che sono nel nostro io. Fludd introduce con queste parole il suo teatro: *“Chiamo teatro un luogo in cui tutte le azioni di parole, pensieri, e particolari di un discorso o di un argomento, sono rappresentati come in un pubblico teatro, dove si rappresentano tragedie e commedie.”* Fludd intende avvalersi di questo teatro come di un sistema di luoghi mnemonici detti *“public theatres”*, dove si rappresentano commedie e tragedie, ma dove è unico protagonista il possessore/oratore del Teatro e attori tutti coloro che hanno relazioni con il possessore/oratore.

Fludd lascia intendere di avere appreso o meglio progettato e costruito la sua arte di memoria in Francia. In una sezione sull'arte della geomanzia nell' *Utriusque Cosmi Historia*, dice di avere praticato geomanzia ad Avignone nell'inverno 1601-602, dopo avere lasciato Marsiglia, dove era stato come istruttore del duca di Guisa e di suo fratello nelle scienze matematiche.

L'uomo di Fludd poiché microcosmo, contiene in potenza il mondo intero, per rifletterlo interiormente; l'arte di memoria occultista di Fludd è un tentativo di riprodurre la relazione macrocosmo-microcosmo, stabilendo o formando o portando a coscienza nella memoria del microcosmo il mondo che egli contiene che è immagine del macrocosmo, immagine sacrale a sua volta del Grande Architetto dell'Universo. In altre parole il "teatro della memoria" di Fludd è un Tempio Massonico, immagine del modo intero reale e spirituale, dell'individuo e del suo microcosmo. Una delle figure di Fludd rappresenta in forma visiva il riflettersi dei vari mondi entro la mente e evidenziando la memoria del microcosmo, mostra un uomo che raccoglie impressioni sensoriali dal mondo sensibile, attraverso i suoi cinque sensi, con una apertura – l'occhio sulla fronte – verso una miriade di sensi nascosti, non esercitati.

### 5.3. Bibliografia essenziale sull'Arte della Memoria

**Agrippa Cornelio**, *De incertitudine et vanitate scientiarum declamatio invectiva*, 1527; *Della vanità delle scienze*, versione italiana di L. Domenichi, Venezia 1547.

**Bortone Fernando**, S.J., P. **Matteo Ricci S.J.**: *Il «Saggio d'Occidente»*, Roma 1965.

- *Il mappamondo cinese del P. Matteo Ricci S.I. (terza edizione, Pechino 1602) conservato presso la Biblioteca Vaticana*, Città del Vaticano 1938.

- *Il «Trattato sull'amicizia», primo libro scritto in cinese da Matteo Ricci S.I. (1595)*, in «*Studia Missionaria*», 7 (1952), pp.452-515.

*De Oratore*, Loeb Classical Library, New York 1948.

**Cicerone**, *Ad Herennium*, Loeb Classical Library, New York 1968.

**Ignazio di Loyola**, *Esercizi spirituali*, trad. it. di G. Giudici, Milano 1984.

- *Exercitia Spiritualia Sancti Ignatii de Loyola et eorum directoria- ex autographis vel ex antiquioribus exemplis collecta*, Madrid 1919.

**Orwell George**, 1984, ed.it. Milano 1950.

**Quintiliano**, *Institutio Oratoria*, vol. IV, Loeb Classical Library, New York 1936.

**Yates Frances A.**, *L'Arte della Memoria*, trad, it. Torino 1972.

### 5.4. Verso l'Intelligenza Artificiale

Nel corso degli ultimi decenni la tecnologia dei computer elettronici ha compiuto enormi passi avanti. I computer sono oggi in grado di svolgere numerosi compiti che sono stati in passato una prerogativa esclusiva del pensiero umano, con una velocità e precisione che supera molto i risultati di un essere umano. Queste conquiste non turbano per nulla il nostro orgoglio, ma saper pensare è sempre stata una prerogativa umana. Un'area che ha assunto enorme interesse in anni recenti, è quella che della cosiddetta Intelligenza Artificiale, spesso abbreviata semplicemente in I.A. Gli obiettivi della IA sono di imitare via macchine elettroniche, quanto più possibile l'attività mentale umana, e forse di andare, per certi versi, oltre la capacità umana.

La IA potrebbe avere, sotto certi aspetti, una pertinenza diretta con la psicologia; si spera che cercando di imitare il comportamento di un cervello umano per mezzo di un dispositivo elettronico, o non riuscendo a farlo, si possa apprendere qualcosa d'importante sul funzionamento del cervello stesso. Facciamo un esempio: i computer giocatori di scacchi simulano un comportamento che potrebbe essere considerato un "intelligente". Tali computer fanno molto affidamento sulla "conoscenza teorica" oltre che su un'accurata capacità di calcolo. Va notato che i computer,

giocatori di scacchi, si comportano meglio dei giocatori umani, quando si richiede che le mosse siano eseguite rapidamente; i giocatori umani ottengono risultati relativamente migliori rispetto alle macchine quando si concede una buona durata di tempo per ogni mossa. Si può comprendere meglio questa situazione se si considera che il computer prende le sue decisioni in conformità a calcoli estesi precisi e rapidi, mentre il giocatore umano si basa su “giudizi fondati su valutazioni coscienti relativamente lente”.

L'utilizzo cattivo del modello matematico, consiste nel creare Macchine che si prefiggono di sostituire l'uomo attraverso un progressivo processo di livellamento, ma la Macchina deve essere un prezioso assistente (e peggio per chi non ne dispone) e mai un pericoloso antagonista.

Ogni volta che il calcolo numerico tende a complicarsi, il modo migliore per l'esecuzione è l'affidarsi ad un computer. L'insieme di Mandelbrot, ossia la regione nera dell'esoterico mondo di Tor Bled-Nam, è precisamente quella regione del piano d'Argand-Gauss consistente dei punti rappresentati dai numeri complessi  $c$ , per i quali una certa sequenza rimane limitata. La sequenza  $(Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_n, \dots)$  si costruisce a partire dal numero complesso  $c$ , per ricorrenza, mediante la relazione:

$$Z_{n+1} = Z_n^2 + c.$$

La regione nera è il luogo dei punti  $c$  per i quali la sequenza  $(Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_n, \dots)$  è limitata, mentre la regione bianca è il luogo dei punti  $c$  per cui la stessa sequenza è invece illimitata.

Contrariamente ad ogni attesa il contorno della zona nera non è una linea continua, come le linee tradizionali, in cui in ogni punto si può disegnare una retta tangente. La linea che racchiude "insieme di Mandelbrot" non c'è, vi è al suo posto quello che si chiama un *frattale*, un contorno che con uno zoom riproduce mirabilmente tutte le sue caratteristiche di frastagliatura.

Le immagini dettagliate che possiamo vedere si possono trarre tutte dagli output di computer. Il computer esamina sistematicamente tutte le scelte possibili del numero complesso  $c$ , e per ogni scelta di  $c$  elabora la sequenza e decide secondo assegnati criteri appropriati, se la sequenza è limitata o no. se è limitata, il computer colorirà il punto  $c$  di nero, altrimenti di bianco. Si ha l'impressione che questa struttura non sia solo il frutto della nostra mente, ma che abbia una realtà propria; inoltre i dettagli completi della complessa struttura dell'insieme di Mandelbrot non possono essere rilevati completamente da alcun computer, ma senza il computer non erano stati nemmeno rilevati, Mandelbrot aveva in mente che l'insieme da lui considerato fosse qualcosa di nuovo, ma solo l'immagine ha parzialmente rivelato questo nuovo universo frattale!

Rileggendo l'attività descritta nel primo paragrafo dedicata all'arte della memoria che, Robert Fludd chiama arte quadra, con l'occhio di chi ha assimilato la struttura interna, l'architettura, le memorie e i programmi con tutta l'archiviazione vi è da essere esterrefatti. L'intera struttura informatica sembra una trasposizione in chiave moderna dell'intero progetto fluddiano. Questo evidenzia l'importanza enorme dell'opera di Fludd che con il suo Teatro chiarisce quali sono i palcoscenici costruibili dalla mente umana ma non presenti nelle attuali architetture del Computer. Sembra allo stato attuale che il Computer non sia in grado di occuparsi dell'arte tonda, nella quale prevale l'emozionale e l'intuitivo.

Certo, il grande Orwell nel suo romanzo *1984*, scritto nel 1948 quando il 1984 sembrava un futuro lontano, immagina queste future autorità d'Oceania, una nazione che occupa un terzo del mondo, che s'incarnano in un'immagine umana: il Grande Fratello. L'immagine del Grande Fratello, pur non esistendo – ovvero esistendo virtualmente – è, in quel mondo, in ogni luogo. Sovrasta la vita pubblica e privata di ognuno. Entra in ogni abitazione attraverso uno schermo, prototipo letterario di una televisione, che nel 1948 non esisteva, ma operante nei due sensi, trasmettitore e strumento di controllo visivo dell'individuo. Ogni pensiero, ogni parola sono controllati da vari ministeri, specie da quelli dell'Amore e della Verità; essi sono preposti in quella realtà romanzesca all'imbonimento ideologico e morale dei cittadini, per renderli completamente succubi del sistema, pronti a tradire qualsiasi sentimento d'affetto e d'amore anche verso i propri famigliari per servire lo Stato. Appare



in Orwell un pessimismo totale, una previsione di un possibile totalitarismo futuro, basato sulla Tecnologia, assunta come strumento di potere e di controllo. Queste previsioni nascono naturalmente in un particolare momento storico e le visioni del futuro riflettono le preoccupazioni del tempo in cui sono state scritte. Riletto nell'ottica di questi paragrafi si coglie una paura di un controllo occulto, non dedito al bene del mondo, ma forse ad un'inconscia lotta - ignaro il buon Orwell - contro l'arte tonda di Fludd. Al contrario del pessimismo di Orwell, nella storia del mondo l'arte tonda sembra sempre prevalere. Così al controllo totale del Grande Fratello da lui ipotizzato, si oppone nella realtà l'apertura totale di una rete come Internet, rete che non ha un capo, che si estende in tutte le possibili direzioni in cui si sviluppa e nella sua totale democraticità è tuttavia ancora pericolosa, realizzando un modello di totale anarchia.

Anche dell'immagine del Grande Fratello, di orwelliana memoria, si sono impadroniti i Media, ma riducendolo a spettacolo, strumentalizzazione sì, ma in direzioni ben diverse da quelle che Orwell aveva concepito.

Sembrerebbe quasi impossibile allora, da queste considerazioni, la sostituzione totale della macchina all'uomo.

Per tornare all' IA si tende a pensare che tutte le qualità mentali dell'uomo: pensiero, sentimento, intelligenza, conoscenza devono essere considerate come semplici aspetti di una complessità di funzionamento; sarebbero, in altri termini, caratteri dell'algoritmo eseguito dal cervello. Se esistesse un algoritmo di questo genere, i sostenitori dell'IA sono convinti che lo si potrebbe far girare in un computer. Esso potrebbe, in effetti, essere usato in qualsiasi moderno elaboratore, se non fosse per limitazioni di memoria e di rapidità di operazione. Si prevede che tali limitazioni saranno superate dai grandi computer veloci di un futuro non troppo lontano. I fautori dell'IA affermerebbero che, dovunque l'algoritmo fosse fatto girare, esso sperimenterebbe sentimenti, avrebbe una coscienza, sarebbe una mente. Il nostro modello di mente umana presuppone l'esistenza di due forme di pensiero fondamentali: quello logistico e quello analogico; la comprensione e la consapevolezza dell'esistenza di queste due forme di pensiero rappresentano la base per ogni successivo ragionamento sui processi decisionali dell'uomo.

Per pensiero logico, deduttivo e matematico, s'intende tutta quella attività mentale umana che, con un po' di semplificazione, potremmo dire essere gestita dall'emisfero sinistro del cervello. Infatti, mentre l'emisfero destro sovrintende all'immaginazione e alla creatività e all'arte tonda in generale, l'emisfero sinistro è quello che sovrintende alla razionalità, alle attività logiche e di programmazione, in sostanza all'arte quadra. Per pensiero analogico s'intende tutta quella attività umana, che da un punto di vista funzionale da luogo a capacità associative e geometriche. Ma dove entri in ciò la tensione verso il sacrale e le differenze tra arte quadra e tonda, nel senso di Fludd, è ancora tutto da scoprire. Se è pensabile che l'arte quadra di Fludd e dei suoi predecessori sia inquadrabile solo in macchine logiche, nulla a nostro avviso può ancora essere detto sull'arte tonda, così vicina all'arte regia. L'uomo può essere aiutato solo nella zona logica, nel suo immaginario razionale. Possiamo affermare che una Macchina Intelligente può permettersi di essere perfetta, senza essere costretta nei vincoli strutturali del cervello umano. Così l'evoluzione celebrale dell'uomo, sia in termini individuali sia sociali e in continuo movimento e tale sviluppo è ottenuto mediante due soli fattori fondamentali: l'esperienza personale diretta e l'esperienza indiretta sintetizzata nella tecnologia. Molte individui si rifiutano spesso di avvicinarsi ad una macchina percependola aliena nei confronti del loro modo di ragionare. Viceversa l'aspetto pratico delle nuove generazioni di computer è molto interessante, ed anche negli aspetti multimediali vicino ai dettami dell'Arte classica degli Edifici della Memoria. In più virtuali corridoi che permettono il salto da una stanza all'altra dell'edificio, operazione impossibile su una struttura muraria, ma sempre pensata nella nostra mente! Si spera che l'interesse, suscitato da questi fenomeni straordinari, possa indirizzare una futura ricerca di molti studiosi intorno attorno a questi problemi e che, la natura e il significato della memoria occultista del Rinascimento, diventino in futuro più chiari e quindi maggiormente applicabili.

## 6. L'AVVENTO DI BABBAGE

A conclusione di questa prima parte pionieristica occorre indicare l'insieme degli input e delle problematiche che si presentavano agli Scienziati del XIX Secolo.

Costoro, in particolare i Matematici e Fisici che operarono in tutto il XIX secolo, dopo la nascita del Calcolo Infinitesimale (Newton e Leibnitz) e della Geometria Analitica (Cartesio e Monge), misero a punto diverse interessanti teorie anche nella direzione della Fisica. Le verifiche delle loro brillanti ipotesi era altamente frenata dall'enorme quantitativo di calcoli numerici che dovevano essere fatti. Parimenti venivano forti pressioni specie dopo la fine della guerra nella direzione delle ricerche di tipo militare, non ultima la stessa bomba atomica. Due fatti nuovi dovevano intervenire nel mondo della progettazione: la scoperta delle schede perforate (software) e le ricerche di Boole sulla formalizzazione delle funzioni logiche.

Il cosiddetto **“software”** ha origini precedenti a quelle che ne costituiscono l'uso attuale, precisamente il software era usato nell'industria per programmare i macchinari industriali in modo automatico. Nella Cina settentrionale del III secolo a.C., durante la dinastia Harn (206 a.C.- 9 d.C.), ma forse anche prima di allora,

in relazione alle problematiche di tessitura, fu ideata una macchina a telai e un ingegnoso sistema di programmazione costruendo delle configurazioni con un elevato numero di fili di seta di differenti lunghezze. Senza entrare in dettagli, diciamo che cambiando la configurazione di base cambiava il disegno delle stoffe. Questi metodi furono ripresi e perfezionati nel telaio jacquard mediante schede perforate, come vedremo tra breve. Nel 1725 il francese Basile Bouchon introdusse il primo sistema di fogli perforati capaci di controllare e programmare il meccanismo della macchina tessile. Si creava dunque un rotolo di carta perforata secondo il disegno da eseguire, il rotolo era avvolto su un apposito cilindro, tenuto a contatto con degli aghi, che comandavano i martelletti della tessitura. Se l'ago incontrava un foro aperto il martelletto non agiva, altrimenti agiva. Nel 1728 **il sistema Bouchon** fu perfezionato da Jacques de Vaucasson che utilizzava una sequenza di schede perforate al posto del rotolo di Bouchon e successivamente nel 1733 da John Kay, e molte imperfezioni furono eliminate. All'esposizione universale di Parigi del 1801 fu presentato il telaio costruito da Joseph-Marie Jacquard (1752-1834), a schede perforate, che presentava un tale stato di perfezionamento che un solo operaio era in grado di produrre fino a 50 metri di tessuto al giorno. Nel 1813 il brevetto dello scozzese William Horrocks segnò un ulteriore notevole miglioramento sia della qualità sia dei tempi.

Le macchine che segnarono un passo nuovo rispetto alla vecchia pascalina e derivati, furono le due macchine ideate dall'inglese **Charles Babbage** (1792-1871), che potevano fare della primordiale programmazione grazie all'uso di schede perforate, prese a prestito dall'industria tessile, e che facevano uso di funzioni logiche.

L'idea di quell'uomo geniale, che fu Babbage, lo portò a combinare l'uso delle funzioni aritmetiche, come quelle presenti nelle macchine di Pascal e Leibnitz, con le **funzioni logiche**; in altre parole la macchina doveva essere in grado di prendere delle decisioni in funzione dei risultati ed anche altre caratteristiche.

I tempi erano abbastanza maturi per poter ragionare in termini di funzioni logiche in quanto Babbage si era potuto ampiamente documentare dai lavori del suo compatriota George Boole (1815-1864), inventore di un'algebra della logica simbolica (oggi detta Algebra di Boole) che divenne fondamento del calcolo elettronico e della possibilità di esprimere tutte le funzioni matematiche, e non solo i numeri, in base binaria

Da ricordare che George Boole fu un autodidatta che divenne Maestro Elementare ed insegnante. Divenne amico di De Morgan e si inserì nel dibattito degli studi di Logica e nel 1874 pubblicò *The*

*Mathematical Analysis of Logic*, che fu riconosciuta come opera di importanza capitale nello sviluppo del pensiero logico in quanto provava come la Logica andasse ricollegata più alla Matematica, che non alla Metafisica, costruendo, per questo, un calcolo simbolico della Logica. Riassumendo le macchine di Babbage dovevano essere in grado di:

- a) Combinare l'uso delle funzioni aritmetiche con le funzioni logiche
- b) combinare l'aspetto analitico - tipo pascalina - con l'aspetto digitale - tipo la macchina di Leibnitz;
- c) prendere delle decisioni in funzione dei risultati.
- d) confrontare delle quantità
- e) eseguire istruzioni prestabilite
- f) trasferire i risultati ottenuti per controllare una nuova serie di operazioni.

Per combinare questi usi molteplici Babbage utilizzò la tecnica delle schede perforate di Bouchon e Jacquard.

Esattamente Babbage tentò di conciliare l'automatizzazione che era nota nel campo dell'industria tessile con il calcolo meccanico derivante dalle macchine di calcolo, rilegandole con l'uso delle funzioni logiche, in un geniale lavoro di sintesi. Babbage non arrivò al termine delle sue ricerche per vari motivi: intanto era persona di carattere irascibile e questo faceva sì che non si procurasse amici e principalmente sostenitori che mettessero a sua disposizione dei capitali, mancanza di tecnologie adeguate, necessità di una grande équipe di personale istruito allo scopo. Riuscì solo a presentare un prototipo rudimentale della sua prima macchina, che aveva chiamato "macchina differenziale" nel 1822. Questa macchina, che eseguiva le quattro operazioni elementari, riusciva a calcolare e stampare tavole di funzioni con l'aiuto di tecniche prestabilite (diremmo oggi che eseguiva un programma fisso).

Babbage non vide mai funzionare le sue macchine, che furono realizzate completamente solo dopo la sua morte. La seconda, la "macchina analitica" era sostanzialmente un *calcolatore digitale ed analitico universale*, serviva a trovare il valore di una qualsiasi espressione di cui si conoscesse la sequenza delle operazioni (cioè l'algoritmo); in altre parole la macchina analitica calcolava i valori delle funzioni e poteva modificare la sequenza delle operazioni, cioè poteva cambiare programma. Ricorderemo con Babbage la sua compagna Agusta **Ada Byron, contessa di Lovelace** (1815-1852), figlia di Lord Byron, che nel 1835 (era appena ventenne) preparò il primo sottoprogramma per la macchina aritmetica di Babbage. Il programma fu realizzato su schede perforate che comandavano gli automatismi della macchina, sollevando l'operatore dall'introdurre ogni volta le istruzioni nella macchina. Ada Byron si pose anche il problema della programmazione completa e della redazione, sempre con utilizzo di schede perforate, della macchina analitica di Babbage. Fu dunque la prima programmatrice della Storia, anche se l'invenzione di Babbage restò allo stato embrionale fino al 1860.

Scisse Ada Byron nel 1873 ... *la macchina analitica non è capace di fare alcunché ma riesce a fare qualsiasi cosa noi si sia in grado di ordinare, tuttavia non sarà mai capace di scoprire nuovi meccanismi o nuove regole di calcolo (teoremi) ...* Ada Byron morì precocemente di cancro a 37 anni.

Riassumendo la macchina analitica doveva essere in grado di

- a) trovare il valore di una qualsiasi espressione di cui fosse nota la sequenza delle operazioni (algoritmo);
- b) modificare la sequenza delle operazioni (cambiare programma).

Nel 1860, in Svezia, la "Società Scheutz" realizzò un modello adattato della macchina analitica di Babbage mentre solo nel 1970 la macchina analitica di Babbage venne completamente realizzata dall'IBM.

Va anche ricordato che in questo periodo nasce e si perfeziona anche la *macchina da scrivere*. A parte vecchi e mitici prototipi che si fanno risalire ai primi decenni del 1700, ricordiamo un non meglio identificato Hermant (1710), i precursori von Krause (1760), Bramah (1780), Turri (1808) ed infine colui che si considera l'inventore della macchina e cioè Xavier Progin e il suo Ktyptografo del 1833 (apparecchio a martelli indipendenti). Vi furono più di cinquanta altri inventori, ma la commercializzazione della macchina avvenne con il modello di Latham Sholtes del 1867, messo in commercio dalla Remington con il nome di *Remington modello I*.

## 6.1. Dagli Scheutz a Zuse e la Siemens

Lo svedese George Scheutz (1785-1873) nacque il 23 Settembre, nella cittadina di Jonkoping, vicino al Lago di Vattern a sud-ovest di Stoccolma. Essendo la cittadina sulla via di comunicazione tra Svezia e Danimarca, molti viaggiatori sostavano a Jonkoping, dove la famiglia Scheutz, di origine tedesca, gestiva un fiorente Albergo.

La sua famiglia aveva una cultura superiore a quella degli albergatori del tempo e George ebbe l'opportunità di formarsi adeguatamente incitato dalla sua proverbiale curiosità. Si distinguono solitamente tre periodi della vita di George Scheutz.

La fase letteraria (1809-1812) nella quale opera essenzialmente per traduzioni e rielaborazioni evidenziano in questo il suo carattere pratico. Molto vasto il suo lavoro che riprenderà a tarda età.

La fase politico-giornalistica e la sua attività editoriale dal 1812 al 1822. Questa attività ha inizio con la legge sulla libertà di stampa del 1812 che dava molto spazio a giornalisti aperti a nuove problematiche. Un accordo con Frederick Cederborgh (1784-1835) rafforzò questa sua attività. Nel 1817 Scheutz acquistò la tipografia Cederborgh a Stoccolma, che mandò avanti come editore di giornali, occupandosi sistematicamente di tutto quello che poteva concernere il sociale.

La fase tecnologica che dal 1825 (prima pubblicazione tecnica) fino a tutto il 1860, periodo dopo il quale ritorna la sua passione letteraria. Fin dagli anni nei quali si occupò della tipografia Scheutz mostrò la sua capacità ad inventare meccanismi che poi sistematicamente brevettava. Inventò una pressa per la stampa e vari strumenti per l'incisione. Si dedicò a seguire le pubblicazioni straniere traducendo, riassumendo o rimaneggiando tutto quello che poteva essere importante in terra svedese. Venne a conoscenza dei progetti relativi alla macchina di Babbage e si pose l'obiettivo della sua realizzazione. Condivide la sua passione il figlio Edvard Scheutz (1821-1881). Per 20 anni seguì questo obiettivo e quando finalmente l'ebbe raggiunto tornò al genere letterario che riempì da 1861 al 1873 l'ultimo periodo della sua vita.

Un parallelo tra la vita e i caratteri di Babbage e Scheutz è inevitabile. Nessuno dei due è ingegnere ma sono entrambi inventori di vaglia. Tuttavia Babbage fu, come ricordato, un uomo litigioso e fin troppo consapevole della sua bravura. Ben diverso era Scheutz, tranquillo, modesto ma estremamente tenace. Capacissimo ad ispirare fiducia e a procurarsi sovvenzioni, senza lasciarsi toccare dall'incomprensione e dai riconoscimenti, che non venivano, realizzò un prototipo semplificato della macchina di Babbage, ottenendo così il successo non avuto dall'altro. Georg costruì un primo modellino, poi nell'operazione coinvolse il figlio sedicenne Edvard. Nel 1843 l'anno in cui Edvard raggiunse la maggiore età la macchina fu completata.

Dopo alterne vicende durate qualche anno il lavoro compiuto fu ampiamente riconosciuto.

**Hermann Hollerith (1860-1929)** - Memorizzò per la prima volta (1880) dei valori numerici su schede perforate standardizzate: alcuni Contatti elettrici leggevano la presenza dei fori e un'addizionale svolgeva l'elaborazione successiva.

**Konrad ZUSE (1910- 1983)** nacque a Berlino nel 1910. Conseguì la Laurea in Ingegneria Civile al Politecnico di Berlino. Fu Zuse a progettare e costruire il primo calcolatore elettromeccanico, lo **Z2** nel 1938-39 e quindi lo **Z3** nel 1941. Lo Z3 rimane il primo calcolatore ad essere completamente digitale e a funzionare solamente con relè elettromagnetici, senza l'aiuto di congegni meccanici o valvole. Zuse adottò, per questo, anche l'uso della rappresentazione binaria dei numeri anticipando quanto sarebbe avvenuto in un non lontano futuro.

Zuse si rivelò un ingegnere originale e poliedrico. Era figlio di un solerte impiegato postale prussiano e questo spirito dell'efficientismo prussiano era in lui. Tuttavia non ebbe grandi stimoli dall'ambiente che frequentava e tutta la sua capacità derivava da grande energia fisica e morale che proveniva dal suo interno. Aveva un obiettivo : il desiderio di migliorare il mondo in cui viveva. La sua poliedricità di interessi coprì quasi tutti i campi dello scibile umano, su ciascuno se Zuse ha detto qualcosa è stato sempre qualcosa di serio ed originale.

Più volte nella sua vita ha dichiarato di aver fatte sue le parole dello scrittore suo preferito Rainer Maria Rilke (cfr. Lettere ad un giovane poeta, Vallecchi, Firenze, 1958, p.12), dove per lui la parola "scrivere" è intesa nel senso generale di "operare":

*"Nessuno vi può consigliare. C'è una sola via. Penetrate in voi stesso. Ricercate la ragione che chiama a scrivere; esaminate che essa estenda le sue radici nel più profondo luogo del vostro cuore, confessatevi (a qualcuno) se sareste costretto a morire, quando vi si negasse di scrivere. Questo anzitutto, domandatevi nell'ora silenziosa della notte: devo io scrivere? Scavate dentro voi stesso per una profonda risposta. E se questa dovesse suonare consenso, se v'è concesso affrontare questa grave domanda con un forte e semplice "debbo", allora edificate la vostra vita secondo questa necessità. La vostra vita fin dentro la sua più indifferente e minima ora deve farsi segno e testimonia di quest'impulso."*

Indichiamo alcune tappe della sua vita per caratterizzare il personaggio.

Da studente liceale dopo la proiezione del film Metropolis dell'austriaco Fritz Lang (1890-1856) si butta nel progetto di una città per lui ideale che chiama Metropolis. Giudica il film di Lang un colossale errore di valutazione e propone una sua soluzione.

Il mondo sotterraneo di Metropolis, con le macchine che fanno funzionare la città, con operai che lavorano forzatamente 10 ore sulle 20 ore che compongono il giorno artificiale, imposto da John Fredersen, il padrone di Metropolis. Il film mostra un angosciante futuro di schiavitù operaia. Una delle immagini più diffuse nel 1920 fu quella che mostra Freder Fredersen, il figlio del padrone, che sorregge Georgy uno degli operai addetti alle macchine del sottosuolo, che ha avuto un collasso per superlavoro.

Sulla scorta della imperante urbanistica degli USA, fa riferimento ad una struttura reticolare ma modifica le linee rette in due famiglie di linee le circolari e le semicircolari. Ricordando quel progetto da adolescente si rimprovererà di non aver previsto il futuribile aumento del traffico. In realtà non si ritiene inferiore ad Albert Speer, il grande architetto e urbanista del regime.

1930 Si iscrive al Politecnico di Berlino in Ingegneria Meccanica. Rimane inorridito dalla normativa relativa al Disegno Meccanico che a suo avviso annulla ogni possibile creatività dell'uomo. Passa ad Architettura dove passa il resto dell'anno a disegnare colonne gotiche. Deluso abbandona quella Facoltà.

1931 Si trasferisce ad Ingegneria Civile sperando in un compromesso Meccanica ed Architettura. Rimane annoiato ed avvilito per via del Calcolo Statico. Si propone di costruire delle macchine che facciano il Calcolo Statico per l'ingegnere civile (e costruirà la Z3 e i suoi derivati) ed una macchina che disegni in automatico (e costrirà la *graphomat*.)

1932 Progetta, all'interno del Corso di Geometria Descrittiva, una sala cinematografica a forma di Ellissoide e con all'interno strutture a forma di ellissi e spirali.

1933 Progetta un distributore automatico con restituzione del resto. Si occupa di fantascienza influenzato dall'altro film di Fritz Lang : *La donna sulla luna*, ma non ritiene i tempi maturi per progetti seri.

1935 Inizia come neo ingegnere ad occuparsi di macchine da calcolo.

1937 Si occupa della progettazione di macchine elettroniche con Helmut Shreyer.

1941 Realizzazione dello Z3 (nastri perforati, sistema binario, virgola mobile)

1941 - 45 Costruzioni di varie macchine per vari usi, tra cui macchine per strumenti di misura ed un calcolatore universale: lo Z4. Progetto di un linguaggio algoritmico universale. Le sue ricerche sono un contro altare di quelle di Wernher Von Braun (1912- 1978) il padre delle V2 tedesche, passato agli USA dal 1945 ove si è occupato dei primi satelliti artificiali.

1945 Prende moglie, la non meglio identificata G.B., avrà ben cinque figli

1949 Fondazione della Società Zuse.

1957 Laurea honoris causa del Politecnico di Berlino

1959 Progetto di una macchina automatica per disegnare : *la graphomat*.

1964 - 69 La Società Zuse passa gradualmente alla Siemens, della quale Zuse rimane consulente. Al calcolatore Z3 fa seguito una sequenza di macchine impressionate delle quali riportiamo le sigle: Z4, M9, Z11, Z22, Z31, Z35. Zuse raccoglie onori accademici da tutto il mondo.

Da osservare che nel 1944 nasce il primo calcolatore americano il MARK 1, della Società Bell, e ancora nel 1945 l'ENIAC, il primo calcolatore completamente elettronico.

## **7. USCENDO DALLA... PREISTORIA DELL'INFORMATICA**

E' consuetudine far iniziare la storia vera e propria dell'informatica con l'avvento del suo strumento principale, il calcolatore, che, nella forma datagli da Von Neumann (che vedremo in seguito) e altri pionieri suoi contemporanei, fu realizzato alla fine della Seconda Guerra Mondiale. E tuttavia ovvio, come abbiamo accennato in precedenza, che la disciplina "informatica" affonda le sue radici nella storia del pensiero umano, con particolare riguardo ai progressi teorici di duecento anni almeno di storia precedente. Prodromi ed elementi di informatica li abbiamo indicati nella matematica (in particolare, in aritmetica), precisamente a riguardo del calcolo meccanico, nella logica e nella retorica (specialmente con riguardo a Leibnitz e all'arte della memoria) e nella crittografia, disciplina dalla quale provengono molte problematiche concrete, la cui risoluzione ha indicato nuove vie per l'informatica.

A riguardo giova osservare subito che la Crittografia, antica come la matematica, e sua parente stretta, è la prima disciplina che si occupata di gestire informazioni, elaborarle, comunicarle e proteggerle da occhi e orecchi non autorizzati (protezione dell'informazione) dando luogo allo scambio di messaggi in cifre, al conseguente nascita del fenomeno dello spionaggio e del controspionaggio.

Scopo primario dell'informatica è rappresentare l'informazione in modo numerico e fornire metodi per la sua elaborazione. Da questo punto di vista, è molto interessante confrontare i vari sistemi di numerazione da quelli romano e greco fino a tutto il sistema arabico, che è poi quello che usiamo oggi.

La logica matematica e la teoria computazionale, strettamente correlata alla prima, ricevettero un impulso considerevole nei primi anni del ventesimo secolo (in particolare negli anni Trenta). E' sorprendente come, quasi in contemporanea, pionieri come Alonzo Church, Alan Turing, Kurt Godel, Andrei Andreevich Markov e Stephen Cole Kleen, ben prima che il calcolo automatico

divenisse realtà, ne fornirono una caratterizzazione estremamente precisa, identificandone anche i limiti.

Ognuno di questi scienziati arrivò in maniera autonoma e originale a una formulazione astratta e precisa del concetto di algoritmo, usando una notazione matematica speciale o un modello astratto di calcolatore.

Lo studio dei successivi periodi della storia dell'Informatica è bene riguardarli ponendo l'attenzione su tre punti di vista relativa a certi momenti evolutivi di interesse notevole.

a) I passi seguiti per condurla alla sua definizione nella forma attuale, asserente che *l'informatica è la disciplina dell'elaborazione e la gestione rigorosa e precisa dell'informazione e della sua divulgazione*.

b) L'evoluzione dei concetti, dei metodi e dei modelli teorici alla base della disciplina; l'evoluzione degli strumenti, intendendo non solo *l'hardware* (calcolatori, reti di comunicazione, dispositivi di ingresso/uscita ecc.), ma anche il *software* (linguaggi di programmazione, compilatori, *editor*, *debugger*, strumenti di sviluppo per l'analisi, la specifica e il progetto).

c) L'evoluzione delle applicazioni dell'informatica, di ogni tipo.

## 7.1. La macchina Enigma, i Colossi e l'ENIAC

Durante la seconda Guerra Mondiale i Tedeschi disponevano di una macchina cifrante a rotori detta ENIGMA che resisteva a tutti gli sforzi dei Crittoanalisti. Il motivo era che ci sin trovava, per la prima volta, davanti ad un prodotto che non poteva essere assolutamente decrittato con cart e penna. Furono gli Inglesi che operarono la decrittazione della macchina ENIGMA. La decrittazione avvenne utilizzando degli enormi calcolatori che si chiamavano Colossi, grandi macchine con valvole, transistor e circuiti integrati. Le operazioni che furono allora compiute ancor oggi non sono del tutto chiare, forse perché ebbero anche l'aiuto di componenti esterne come quelle provenienti dal settore dello spionaggio. Così molti Autori indicherebbero come il 1943, anno di nascita dei Colossi, si possa ritenere il vero anno di nascita dell'Informatica. Il gruppo del controspionaggio inglese che aveva la sua sede nel Buckinghamshire aveva tra i suoi componenti anche **Alan Turing** allora poco più che trentenne e già famoso per le sue ricerche in logica e nell'Informatica teorica e per la macchina ideale o se preferite astratta che porta il suo nome.

Nei primi anni del ventesimo secolo furono sviluppati i primi calcolatori elettromeccanici, impiegando la tecnologia elettronica basata su valvole termoioniche. Infine, nel 1946, guidato dalle richieste militari dettate dalla Seconda Guerra Mondiale (e precisamente, dalla necessità di eseguire calcoli balistici in tempo reale), **John Von Neumann**, americano di origine ungherese (che allo scoppio della seconda guerra mondiale fu inserito in quasi tutti i progetti militari americani), nel 1943 assieme a Robert Oppenheimer mise a punto l'EDIVC una macchina funzionante grazie ad un programma preregistrato. A quel progetto parteciparono John Mauchley e John Eckart, che nel 1945 costruirono l'ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), alla cui costruzione collaborò anche Herman H. Golenstein. **ENIAC** è considerato il primo calcolatore moderno e perciò delimita il confine tra preistoria e storia dell'informatica.