

# MATEMATICA E SCIENZA APPLICATA TRA ORIENTE ED OCCIDENTE E I PRODROMI DELLA MODERNA TEORIA DELL'INFORMAZIONE

**Franco EUGENI**

*Ordinario di Istituzioni di Matematica nell' Università di Teramo  
Direttore Dipartimento di Metodi per l'Economia e il Territorio*

**Diana EUGENI**

*Dottore di Ricerca in Tecnica Urbanistica  
Titolare Studio Zapping Milano  
Politecnico di Milano*

*La storia degli uomini ci dà  
l'idea di un immenso pelago di  
errori, fra i quali poche vaghe,  
confuse e a grandi intervalli  
distanti verità soprannuotano.  
(Cesare Beccaria: Dei delitti e delle pene)*

## 1. INTRODUZIONE

Cinque secoli fa Cristoforo Colombo era in viaggio per raggiungere “le Indie”. Erano tempi in cui era l'uomo che si adattava, spesso contro la sua volontà, ad uno “Schema prestabilito”, dettato dal potere spirituale supervisionato e connivente con quello temporale. D'improvviso: questo viaggio per l'Oriente! ove l'attore Colombo è ignaro artefice di una rivoluzione da lui neanche lontanamente concepita. Ecco il sintomo di quel colpo d'acceleratore che porterà i 500 anni di cammino successivo in un vertiginoso susseguirsi di svolte insperate e scoperte impreviste. La Scienza supporterà la ricerca di rotte inesplorate assieme alla ricerca della libertà, modificatrice graduale della visione “materiale” della figura dell'uomo. Sempre avanti attraverso l'Illuminismo e le Lotte Sociali, contrapposte alle “tentazioni parallele” (e forse schiavizzanti) della Tecnologia, che in tempi recenti doveva conquistare il tutto assurgendo a nuova Religione: quella del consumo. Dietro l'inesauribile lotta umana, mossa dall'istinto del voler riempire il nebuloso vuoto, tra dubbio e lacerazione, c'è la curiosità. La curiosità umana rappresenta il bisogno principale dell'uomo: capire e conoscere.

*In questo anno in cui si celebra l'Odissea della conoscenza desideriamo qui ricostruire gli “input” del tempo provenienti dalla Matematica e dalle Scienze Ap-*

*plicate intese anche come Architettura ed Ingegneria. Prenderemo spunto, per le varie riflessioni che faremo, da miriadi di notizie prese da varie fonti, riportate tutte nelle vasta bibliografia dei reperibili testi consultati. Non molto nota, direi semiconosciuta, nella letteratura corrente, è invece la parte dedicata ai prodromi della Teoria dell'informazione moderna, che risale al lavoro di Leon Battista Alberti. Concepito nel decennio 1470/1480, viene pubblicato postumo circa cento anni dopo. Gutenberg infatti inventa la stampa nel 1440, ma una vera diffusione del libro a stampa si ha solo a fine secolo. Per i prodromi ci riferiamo a documenti datati (cfr.[2], [9], [11], [17], [19]) per i quali indichiamo Biblioteche di riferimento.*

## 2. LA SCIENZA APPLICATA ALL'ANNO ZERO: ARCHIMEDE E LA NASCITA DELL'INGEGNERIA

Molti e noi con loro, fanno risalire la nascita della Matematica Applicata e quindi delle Applicazioni della Matematica e quindi della stessa Ingegneria nella sua globalità ad ARCHIMEDE.

**ARCHIMEDE** nasce nel 287 a.C. a Siracusa, città che fondata nel 733 a.C. divenne ben presto la più potente città della Magna Grecia. Notizie su di lui sono in Tito Livio, Plutarco Polibio. Secondo Proclo, il Siracusano Archimede si recò ad Alessandria d'Egitto ove fu per lunghi anni allievo di Conone di Samo e quindi attinse la Scienza dagli Egizi di questa Alessandria, il più grande centro di studi del tempo. Dopo la morte di Alessandro Magno (356-323a.C.), l'influenza economica prodotta dalle sue conquiste, paragonabile forse solo alla rivoluzione economica dovuta alla scoperta dell'America, favorì il fiorire della ricerca applicata. L'immenso impero di Alessandro Magno diviso e sminuzzato tra i suoi Generali, le continue guerre e lotte intestine, l'uso crescente di macchine da guerra: era questo lo scenario del tempo.

Molte delle opere del tempo furono attribuite ad Archimede, se tutto questo sia vero o no non lo sappiamo con certezza, comunque uno sguardo alla cultura di Archimede e dei settori di cui si è occupato ci illustra la conoscenza in termini di "Ingegneria" del tempo. (Per maggiori dettagli cfr. [BERT] e [GLIOZ.]).

**Teoria dell'Informazione:** L'invenzione della prima macchina per cifrare e decifrare i messaggi: la scitila lacedemonica, si attribuisce ad Archimede. In realtà Plutarco, lo storico greco (100 a.C) nelle sue "Vite parallele" descrive la "scitila" lacedemonica, che sembra essere nota fin dal tempo di Licurgo (IX Sec. a.C.) il leggendario legislatore spartano e comunque sicuramente note nel 400 a.C., al tempo del generale e politico spartano Lisandro. I caratteri venivano tracciati sopra una

stretta striscia di pelle arrotolata attorno ad un bastone. Essi potevano essere letti solo da chi possedeva un bastone dello stesso diametro. L'invenzione di alcuni dei più importanti sistemi di comunicazione si fa risalire comunque ad Alessandro il Grande. Ad una certa distanza dal suo quartiere generale, il Macedone aveva infatti costituito un vero e proprio ufficio di raccolta dati, basato sulle informazioni ottenute da agenti inviati nei paesi nemici. Costoro avevano anche il compito di spargere notizie false sulle intenzioni e le mosse di Alessandro, in modo da disorientare il nemico o indurlo a svelarsi.

**Medicina.** Ad Archimede non si attribuiscono scoperte in questo campo. Alla scienza alessandrina di questo periodo risalgono gli studi fondati sull'osservazione diretta e sulla dissezione dei cadaveri. Si iniziano a comprendere il funzionamento del sistema circolatorio, le differenze tra vene e arterie, lo studio dell'aorta, lo studio dell'apparato genito-urinario, dell'intestino e dell'anatomia. Nascono i primi studi sul cervello. Solo nel 1300 si ritrova un personaggio degno della tradizione alessandrina. Si tratta di Mondino de Liuzzi, bolognese, autore nel 1316 del trattato "Anatomia". Tale libro fu in uso fino a tutto il XVI Secolo. Il Mondino, riprende la tradizione alessandrina dello studio della dissezione dei cadaveri. La prima autopsia ufficiale risale a quel tempo.

**Astronomia.** Prevale l'ipotesi eliocentrica, la scuola alessandrina misura la distanza del sole e della luna. Aristarco di Samo, valuta come "enorme, da assimilare il sistema solare ad un punto" la distanza dalle stelle fisse.

**Geografia.** Eratostene di Cirene (200 a.C) avanza l'ipotesi della sfericità della terra, peraltro avanzata da altri nel passato, e calcola, sotto questa ipotesi, la lunghezza della circonferenza terrestre ottenendo 39.375 Km. (40.000 Km è la misura esatta di oggi)! A Eratostene viene attribuita la stesura di una carta del mondo conosciuto al tempo. (Per dettagli cfr. [Boy.]).

**Idraulica.** Archimede progetta e costruisce la *cochlea* o *chiocciola egiziana*, ingegnoso ed eterno (ancora usato) impianto di sollevamento per l'acqua. Costruisce l'organo idraulico, Enuncia il Principio che porta il suo nome. Nel III secolo a.C. Ctesibio fonda ad Alessandria una scuola di Idraulica e meccanica pratica e Filone di Bisanzio, suo allievo, scrive una grande opera di cui ci è rimasto un libro. Erone di Alessandria (tra 250 a.C e 150 d.C) descrive una enorme quantità di conoscenze del tempo, ivi comprese le leggi di dilatazione termica dei gas. Erone scrive un'opera sulla diottria, strumento per determinare allineamenti strumento complesso che ha subito molti perfezionamenti nel corso dei Secoli e costruisce lo strumento geodetico detto "traguardo" che consentiva molti tipi di rilievi.

**Meccanica.** Archimede costruisce un orologio solare. Prendendo le mosse da dati sperimentali e procedendo con metodi geometrici dimostra il principio di equilibrio della leva, definisce il centro di gravità e ne fa ricerca per molte figure, costruisce l'argano, la girella mobile, la puleggia, l'ingranaggio vite senza fine ruota dentata, il paranco differenziale, un numero interminabile di macchine belliche, tra cui grandi catapulte e i famosi specchi ustori, e a quanto si dice un cannone a vapore. Si parla anche di una "specie di cannocchiale" con il quale potevano vedersi navi a 20-30 miglia di distanza. Si narra che egli costruisse la grande nave di Gerone, con venti ordini di remi, per la quale occorre il legname equivalente a sessanta galere. Tale nave era dotata di bagni, cisterne, stalle per cavalli, una biblioteca: il prototipo quasi di una moderna nave. Gli studi per l'utilizzo di velature sempre più sofisticate e di ghiglie sempre più immerse continuarono per tutto il Medioevo, rendendo possibili i futuri viaggi di Colombo e Vasco di Gama. Sembra perennemente interessato a spostare ingenti pesi, ad esempio navi, con il movimento di una mano e a distanza con complessi sistemi meccanici.

**Ingegneria civile.** Archimede organizza e realizza il catasto di Alessandria d'Egitto. Tra i Romani ricordiamo Marco Agrippa (62 a.C- 12 d.C.), uomo di stato al quale sono legate le realizzazioni di grandi opere come il restauro degli acquedotti Appiano, Marciano, Anienano, la costruzione dell'acquedotto giuliano, del Pantheon. Riesce a completare il catasto iniziato ai tempi di Cesare, si dice su ispirazione del catasto organizzato ad Alessandria da Erone, e a realizzare una cartografia dell'impero. In quel periodo viene realizzato un tunnel tra il lago di Averno e Cuma. Non si hanno notizie sugli Ingegneri che realizzarono effettivamente le opere. Notizie sugli architetti romani sono in Vitruvio (fine I Secolo). lo scopritore del "punto di fuga", architetti ed agrimensori operavano mediante norme, precetti e regole derivanti dalla pratica e trasmesse oralmente ed erano considerati Maestri d'arte. Notizie bibliografiche su quanto sia reperibile di scritto del tempo sono reperibili in [Bort.].

**Matematica.** È imperante l'idea Euclidea, la prima rigorosa sistemazione dell'edificio matematico-geometrico in termini di "ingenua" scienza ipotetico-deduttiva. Diofanto di Alessandria (III secolo) è il fondatore della teoria dei Numeri, Pappo di Alessandria (fine III secolo) al quale si deve la conoscenza delle opere perdute di molti matematici precedenti e un grosso progresso dell'edificio geometrico. Archimede polemizzò con i matematici del tempo, puristi ed intransigenti, si occupò di applicazioni più per gioco e a tempo perso che per necessità. Egli apre la strada alla tecnologia per la quale nessuno, lui compreso, avverte interesse ed entusiasmo e la potenzialità di totale rivoluzione sociale.

**Tecnologia orientale.** In Cina si conosceva la stampa e la polvere da sparo (VIII sec.), le carte geografiche e la bussola (XI sec.).

Sono comunque presenti nella cultura del tempo le conoscenze tecniche per la creazione di una società preindustriale, che tuttavia non ebbe a realizzarsi perché i tempi e le spinte sociali non erano giunte al punto giusto di maturazione. Non molte furono le vere scoperte fatte dopo Archimede fino al XIV e XV Secolo! I Romani uomini pratici e per istinto realizzatori assorbono quanto fu loro tramandato dalla scuola greca ed alessandrina specie ai fini delle applicazioni. Prima dell'anno mille è comunque la Cina a dare al mondo novità tecnologiche come risulta dal Milione di Marco Polo (1255-1324). Una inversione di tendenza si ha attorno al 1200, ma lo sviluppo iniziale della tecnologia è lentissimo confrontato con gli standard attuali. Frutto del lavoro e dei ripensamenti filosofici di ben 10 secoli oggi prevale la tendenza dello sfruttamento delle forze della natura unita all'automazione dei controlli per diminuire il lavoro umano.

### **3. SU ALCUNI SCIENZIATI D'ORIENTE CHE NON POSSIAMO NON RICORDARE**

Le basi della conoscenza islamica si possono far risalire a circa due secoli dopo l'emigrazione di Maometto dalla Mecca a Medina, la cosiddetta Egira, cioè attorno al 600 d.C. Il Califfo al-Màrud nell'813 fonda una Accademia "Bait al-hikmah" (*la casa della sapienza*, che si occupa di tradurre in arabo tutto lo scibile umano. Un accademico islamico di origine persiana, che dedica la sua opera al Califfo è il grande Mohammed al-Khwarizmi, l'inventore della moderna idea di algoritmo, autore di un famoso libro di istruzione per il popolo arabo. Così sono tradotti in siriano e in arabo le opere di Euclide, Ippocrate, Galeno, Aristotele, Aristarco, Tolomeo Apollonio ed Archimede. Nasce la Trigonometria come scienza di supporto per l'astronomia. Da ricordare el-Battani (...-929) e le sue tavole del sole e della luna, Abul-Wafa (940-998) e al-Biruni (...-1048) raccolgono in modo organico le nozioni del tempo comprese le formule di prostaferesi dell'egiziano Ibn-Junus. Abul Wafa che si occupava di problemi risolvibili con riga e compasso ad apertura fissa ed è quasi certo che influenzò 200 anni dopo, con la sua opera, il matematico Pisano Leonardo Fibonacci, che riportò in Occidente, buona parte della Matematica Araba. Notevoli studi di Ottica vennero compiuti da al-Haithami (965-1023) e tradotte in latino. Anche il fenomeno magnetico, scoperto da ignoti arabi dell'XI secolo, appare in un trattato di Pietro Peregrino di Marincourt del 1269. Il poeta Omar Khayam (1050-1122) scrive un'algebra di tutto rispetto, con equazioni di terzo grado anche risolte con metodi geometrici. Le opere di Abul-Wafa sono riprese circa due secoli dopo da Nasir-ed-Din (1201-1274) che dirigeva l'osservatorio astronomico sotto i Mongoli di Gengis Khan (1162-1227). Sotto i Mammalucchi fu ricostituita la specola di Damasco ed infine dopo che le orde tartare di Tamerlano (1336-1405) invasero tutta l'Asia venne creato l'osservatorio di Samarcanda. Ma l'egemonia di questi matema-

tici arabi si andava ormai sempre più dissolvendo. L'ultimo grande matematico arabo è al-Kashi, inventore delle frazioni decimali, del loro calcolo, grande astronomo, abilissimo nel calcolo e nelle approssimazioni. Fornisce per  $\pi$  il valore:

$$2\pi = 6,2831853071795665$$

*che è uno dei più accurati dell'antichità.*

In parallelo alla scienza araba si sviluppò forse dal 1000 a.C una magnifica cultura matematica in India e in Cina. Emergono in India nomi di Arybhata (476-...), Brahamagupta (598-...) e Bhaskara-Akarya (1114-1185) che introducono la numerazione posizionale, lo zero, un processo (*la polverizzazione*), che è uno sviluppo in frazioni continue e diversi casi di quello che in Occidente è detto *il teorema di Pitagora*. Tranne quello che apprese Fibonacci e che riportò in Europa, una ripresa della Matematica Araba si ha solo con Ramanujan nel 1920. In Cina gli antichi documenti mostrano una speciale predilezione per gli schemi. Si trova un quadrato magico:

$$\begin{array}{ccc} 4 & 9 & 2 \\ 3 & 5 & 7 \\ 8 & 1 & 6 \end{array}$$

cioè un quadrato nel quale la somma delle righe, delle colonne e delle diagonali è una costante.

Si possono costruire infiniti quadrati magici 3X3. Uno di questi appare nella famosa incisione di Albrecht Durer (1471-1529) intitolata *La Melanconia*. Citiamo che presso la Biblioteca Provinciale di Teramo è conservata una pergamena del periodo di Maria Teresa d'Austria nella quale utilizzando un quadrato latino si compie una divinazione. Se si pone la condizione che i 9 posti siano riempiti dai primi 9 numeri naturali allora, come si prova, ne esiste uno unico: quello riportato sopra, noto nella antica Cina con il nome di LO-SHU. L'unicità va intesa a meno di banali simmetrie. Si noti che nel caso 4X4, esistono esattamente 880 quadrati diversi, a meno di simmetrie, costruiti con i numeri da 1 a 16.

Ancora va rimarcato l'uso che venne fatto del LO-SHU nella costruzione dell'Edificio Imperiale del Ming Tang.

Premettiamo che Ming significa Ordine o Mandato e Tang significa Edificio. L'Imperatore, in origine, per esercitare il mandato, soleva girare l'Impero seguendo un ordine stagionale e i punti cardinali. Tali viaggi erano interminabili, vista la dimensione della Cina. Si ideò allora il Ming Tang, palazzo del Mandato. In esso la pianta quadrata era divisa in 9 case, rappresentanti i punti cardinali e le stagioni. Il Tetto era invece rotondo e simbolo dell'unione tra Ciclo (tondo) e Terra (quadrata). L'Imperatore, personificazione di questa unione, grazie al trasferimento da una zona all'altra del Palazzo compiva simbolicamente i viaggi, e secondo la zona ove era fi-

sicamente si occupava della corrispondente regione della Cina. Usava anche un adatto cerimoniale poiché, mutando zona, anche le foggie del vestire e i cibi mutavano in armonia con la zona rappresentata. Le tre orizzontali del LO-SHU erano pi la linea del cielo, quella della terra e quella dell'uomo mentre verticalmente vi erano le linee dell'imperatore mediatore, in un simbolismo esoterico che non ci è semplice riportare. [Co.Ra.]

I quadrati magici fanno pensare ad un altro quadrato che spunta di tanto in tanto nei posti più impensati (si suppone legato alla presenza passata dei Templari). Si tratta del quadrato del SATOR dato dall'incolonnamento delle parole:

S A T O R  
A R E P O  
T E N E T  
O P E R A  
R O T A S

Un quadrato del SATOR si trova sulla facciata di una chiesa vicino Capestrano in provincia dell'Aquila. Si tratta della chiesa di S. Pietro ad Oratorium, monumento pregevole e poco noto. È una delle chiese più antiche del nostro Abruzzo, fatta costruire da Desiderio, Re dei Longobardi, restaurata nel 1100, come si legge sull'architrave monolitico che sormonta il portale. Questa chiesa con annesso convento oggi scomparso dipendeva direttamente dalla Santa Sede, il che è indizio di una presenza templare.

Un secondo quadrato si trova a S.Felice del Molise (CB), piccolo paese arroccato sulle pendici dei monti Frentani, abitato da una comunità croata che parla ancora il dialetto originario. Le parole si leggono in uno stemma murato sopra l'arco del campanile della chiesa di S. Maria Ester. Sotto appare ben chiaro lo stemma gentilizio di Antonio Cedronio, capitano di galera e Bali dell'ordine di Malta un albero di cedro con tre frutti e le radici scoperte. S. Felice sul Molise era un feudo dei Cavalieri di Malta dipendente dalla commenda di S. Primiano di Larino di cui era commendatore Francesco Cedronio nipote del Bali (Sec.XVIII). In Francia e in Spagna si trova il Sator a S. Lorenzo a Rouchemaure, nel castello di Jarnac, a S. Giacomo di Santiago di Compostela cioè presso antichi e noti possedimenti dei Templari. Si può avanzare l'ipotesi che la chiesa e il campanile di S. Maria Ester a S. Felice del Molise e il quadrato fossero parte integrante di una occulta mansione **TEMPLARE**. (Forse proprio dell'ordine occulto che decifrava i documenti). Ciò è suffragato dal fatto che nel 1312 quando Clemente V sopprime i Templari, devolve i loro beni proprio all'ordine di Malta. S. Felice del Molise potrebbe essere una succursale di S. Felice sul Circeo dove si riteneva fosse il Magistero dell'ordine. Comunque alcuni ritengono che S. Felice sul Molise sia l'anello di congiunzione tra Templari e Cavalieri di Malta in Italia. (cfr. B.CAPONE, Attraveso l'Italia misteriosa, Longanesi Pocket, Milano 1978.)

I Cinesi risolvono sistemi lineari utilizzando metodi quasi moderni. I problemi matematici cinesi sono spesso più pittoreschi che pratici. Antichissimi i testi Chou Pei (?300 a.C) e Chui chang suan shu (Nove capitoli sull'arte matematica-250 a.C.). Citiamo Liu Hui (III secolo), commentatore e rielaboratore dei Nove Capitoli, Varahmihira (505) che riscrive il Paulisha Siddhanta, un testo di astronomia del 400 pervenutoci integralmente. Ancora Chu Shih-Chieh (1300 circa) e autore di due trattati di influsso notevole per la Corea e il Giappone.

Una delle ossessioni dei Cinesi fu quella del calcolo del valore irrazionale e trascendente  $\pi$ , rapporto di una circonferenza al suo diametro. La seguente tabella della storia del calcolo di  $\pi$  sembra una simbolica sintesi della storia del mondo.

$\pi = 22/7 = 3,142\dots$	Archimede 250 a.C.
$\pi = r/10 = 3,162\dots$	Ch'ang Hong 125 d.C.
$\pi = 377/120 = 3,1416$	Tolomeo 200 d.C.
$\pi = 142/45 = 3,1555$	Wang Fan 256 d.C.
$\pi = 3,14\dots$ (poligono di 96 lati)	Liu Hui 300 d.C.
$\pi = 3,14159\dots$ (poligono di 3072 lati)	Liu Hui 300 d.C.
$\pi = 3 + 177/1250 = 3,1416$	nel: Paulisha Siddhanta
$\pi = 355/113 = 3,14159292\dots$	Ch'ung Chih 470 d.C.
(ottenuto sottraendo membro a membro il valore tolemaico da quello archimedeo)	
$\pi = 3,141592653589793\dots$ (calcoli )	Al Kashi 1400
$\pi = [2143/22] \exp(1/4) = 3,14159265258\dots$	Ramanujan 1900

Per altre notizie il Lettore può riferirsi a [Boy] e alla sua bibliografia.

#### 4. IL PERIODO BUIO

Il "periodo buio" della Matematica Europea si fa usualmente risalire al millennio che va dal 476 data della caduta di Roma (Odoacre, re dei Goti, detronizza l'imperatore romano in carica) e inizio convenzionale del Medioevo fino al 1453 data della caduta di Costantinopoli nelle mani dei Turchi, considerata per convenzione la data di fine del Medioevo.

Il periodo precedente si può considerare chiuso con Diofanto.

Diofanto Alessandrino (III Sec. a.C). Nella sua opera l'aritmetica greca raggiunge la perfezione più alta ed egli a buon diritto può considerarsi il precursore della moderna Teoria dei Numeri. Anche attualmente quando la problematica è la risolubilità di equazioni per interi si parla di equazioni diofantee. Dell'opera in 13 libri di Diofanto ce ne sono pervenuti 6.e S. Agostino (354-430) che pur potendosi considerare tra i grandi logici del passato, non amava precisamente le Matematiche, nelle quali specie quando conducevano in prossimità dell'astrologia sentiva "odor di

zolfo". In questo periodo troviamo operanti i Dossografi, cioè i raccoglitori e commentatori delle opere dell'antichità e dagli Enciclopedisti. Queste opere contengono solo un pallido riflesso di quella che fu la Scienza Greca nei suoi momenti di splendore. Ci sono personaggi come Proclo Diadoco (420-485) nei quali le scienze esatte si mescolano con il misticismo e le scienze occulte e spesso la trascrizione di antichi testi ci conduce a rivivere momenti drammatici della storia delle Scienze, Proclo, ad esempio ci narra, della tragica fine dell'adepto pitagorico divulgatore del segreto dell'incommensurabile e quindi il dramma della cultura greca davanti all'inesprimibile. Tutta l'Europa del V Secolo veniva attraversata dalle orde barbariche portatrici di decadenza della cultura come appare in modo chiaro nel seguente quadro.

395 Teodosio divide tra i suoi figli l'Impero Romano  
410 Discesa di Alarico e i Visigoti, saccheggio di Roma.  
452 Discesa degli Unni di Attila  
455 Discesa dei Vandali di Genserico, saccheggio di Roma.  
476 Presa del potere a Roma di Odoacre, re dei goti.  
500??? Discesa degli Ostrogoti con Teodorico  
568 Invasione dei Longobardi  
774 Fine dominazione Longobarda ed inizio di quella franca  
800 Incoronazione di Carlo Magno  
827 Dominazione mussulmana della Sicilia.  
962 Incoronazione di Ottone I e Sacro Romano Impero  
1096 Prima Crociata

Il sapere veniva conservato nelle Enciclopedie di Marciano Capella (450 d.C) e di Boezio (470-524). Vengono così tramandate non solo le opere di Archimede ma anche tutte le vaste problematiche della Logica Greca bivalente e del calcolo proposizionale che erano derivate dalle opere degli Aristotelici. Nel 529 Giustiniano chiude la Scuola d'Atene fondata da Platone e molti accademici si rifugiano in Persia. Questo fenomeno da luogo ad un travaso della cultura greca nel mondo orientale dalla quale ebbero origine molti importanti sviluppi del pensiero matematico. In Occidente intanto la fiaccola della cultura veniva serbata all'ombra dei chiostri e dei monasteri. È dovuta in gran parte all'opera di monaci benedettini la conservazione di grossa parte del patrimonio culturale esistente in Occidente nel periodo tardo medioevale. Anche l'opera di conservazione della scienza antica sia occidentale che Orientale ed Indo-Cinese compiuta dagli studiosi Bizantini deriveranno frutti preziosi allora che torneranno in contatto i dotti d'oriente e gli Umanisti d'Europa. Due ci sembrano essere i momenti storici di maggiore aggregazione delle culture, precisamente Il Concilio di Firenze (1439) con il ritorno, sia pure di breve durata, della Chiesa di Costantinopoli alla Chiesa Cattolica ed ovviamente la Caduta dell'Impero Romano d'Oriente e la conseguente emigrazione dei dotti in Europa. Nella Matematica medioevale si trovano così interagenti impulsi culturali ed informazioni provenienti da ben cinque grandi civiltà, differenti tra loro per lingua, religione, costumi, storia e tradizioni. Precisamente: CINA, INDIA, ARABIA. IMPERO ROMANO D'ORIENTE o BIZANTINO IMPERO ROMANO D'OCCIDENTE.

Illustreremo rapidamente la Matematica europea del millennio attraverso brevi note su alcuni protagonisti. BOEZIO (470-524). L'Impero Romano si stava gradualmente sfaldando e Boezio patrizio romano, ultimo brillante filosofo, statista e

matematico e anche consigliere di Teodorico cade in disgrazia e viene condannato al carcere a vita. Egli ci lascia quattro scarni compendi di opere classiche precedenti: "aritmetica", compendio dell'Introduzione di Nicomaco, "Geometria" ispirato ad Euclide ma con soli enunciati delle proposizioni più semplici, "Astronomia" tratto dal famoso Almagesto di Tolomeo ed infine un compendio di "Musica". Boezio influenzerà buona parte del millennio che segue, CASSIODORO(480-575). Uomo politico molto erudito, fu console e primo ministro di Teodorico, nel 540 si ritira in un monastero da lui fondato dove precorrendo i Benedettini, si dedico allo studio alla copiatura amanuense ed alla raccolta di opere antiche. ISIDORO DI SIVIGLIA(570-636), vescovo. Ha lasciato un'opera De natura rerum che fu abbastanza famosa al suo tempo... GERBERTO (940-1003) ovvero Papa Silvestro II. Nasce in Francia e dopo aver ricoperto varie cariche politiche e religiose diviene Papa, un Papa di enorme cultura. Scrisse libri di Matematica, primo in Italia ad insegnare le cifre arabe. GERARDO DA CREMONA (1114-1187) è uno dei grandi traduttori attivi in Spagna, ove era ad apprendere l'arabo. Traduce in latino la versione in arabo degli Elementi di Euclide e traduce l'Almagesto di Tolomeo. Gli si attribuiscono le traduzioni di oltre 85 volumi. GIOVANNI DI HALIFAX (1200-1256) detto SACROBOSCUS è un eminente insegnante di una Università inglese che scrive due popolarissimi trattati l' Algrismus vulgaris e la Sphaera riguardanti l'aritmetica e l'astronomia. LEONARDO PISANO (1180-1250) detto il FIBONACCI. Nasce a Pisa, figlio del mercante Bonaccio. Ebbe modo di viaggiare in Oriente ed apprendere la Matematica dagli Arabi. Scrive nel 1202 i Liber Abaci opera in 15 capitoli con tutto lo scibile matematico del tempo. La sua opera segna il passaggio dall'era buia della Matematica al Rinascimento. TOMMASO D'AQUINO (1227-1274). È uno dei grandi logici medioevali, assieme a PIETRO ISPANO (Papa Giovanni XXI nel 1277). Sono due nomi di spicco della Filosofia Scolastica che ci diede una sistemazione ordinata e coerente sia del pensiero filosofico cristiano sia la logica delle proposizioni nota al tempo. Va ricordato che gli Scolastici enunciarono il cosiddetto TEOREMA DELLO PSEUDO-SCOTO: "ex falso sequit quodlibet" asserente che da due proposizioni false ne può seguire una vera. Tornando a S. Tommaso, nella sua opera si trova l'idea che un insieme equipotente ad una sua parte è infinito.

RAIMONDO LULLO (1234-1315) precursore della Logica Matematica. La sua Teoria doveva esercitare un enorme influsso su Leibniz. Egli aspira a costruire un procedimento meccanico che permetta di ottenere in modo sistematico ogni deduzione a partire da principi dati. Questa finalità viene ricordata come "il sogno di Leibniz" e della sua ricerca di un simbolismo adeguato "characteristica universalis" per un "calculus ratiocinator". Ci piace collegare questo pensatore con il vecchio CARNEADE (150 a.C.) il chi era costui di Don Abbondio, che per primo sembra formulò l'idea che in una teoria razionale non si può tutto definire e tutto dimostrare poiché ciò darebbe luogo ad un processo di regressum in infinitum. Ciò prelude alle

idee dei Logici del XX secolo ed alle loro idee sul concetto di sistema razionale così come appare nelle opere di Rudolph Carnap e Bertrand Russel.

CECCO D'ASCOLI (?1257-1327) (Francesco Di Simone Stabili). Nato ad Ascoli intorno al 1257 fu studente prima e lettore Universitario per elezione a Bologna di Astrologia e Filosofia. Fu autore dei "Commentari sulla Sfera di Sacrobosco" data alle stampe postuma nel 1476. Egli fu autore di numerosissime opere tra cui una enciclopedia scientifica in versi volgari "L'Acerba" da molti considerato un capolavoro da porsi vicino alla Divina Commedia. I suoi nemici lo accusarono ripetutamente dinanzi all'Inquisizione che lo condannò al rogo il 15 Settembre 1327.

GIORDANO NEMORARIO (-1237), successore di S. Domenico come generale dell'ordine, è l'iniziatore degli studi medioevali di meccanica, formula la legge di caduta di un grave sul piano inclinato, legge che gli antichi non erano riusciti a formulare. Scrive libri di aritmetica, geometria ed astronomia. Sostanzialmente è il primo a dare la formula risolutiva, in simboli confusi, della equazione di II grado.

GUILLERMI OCKHAM detto OCCAM (1295-1349), francescano inglese, filosofo e politico in odore di eresia. Sostenne la divisione tra potere temporale e spirituale e che unico oggetto di conoscenza è l'esperienza sensibile, gli universali essendo quindi termini logico-verbali non attendibili da tagliare.(Rasoio di Occam). Egli prova un interessante teorema di logica delle proposizioni asserente che:

$$\text{non (A vel B)} = (\text{non A}) \text{ vel } (\text{non B})$$

che fa coppia con il teorema duale di Buridano. Questi teoremi saranno ripresi da David Hilbert (1862-1943) nel suo calcolo delle proposizioni e sono oggi noti assieme ai loro analoghi insiemistici con il nome di Leggi di De Morgan (A. De Morgan, 1806-1876). Sono in molti a ritenere che in Occam si trovino incosciamente tutti i prodromi per la costruzione di logiche trivalenti.

TOMAS BRADWARDINE (1290-1349), Arcivescovo di Canterbury. Scrisse diverse opere ed è uno dei primi ad occuparsi della continuità permanente dei corpi geometrici e della continuità successiva propria dei corpi in movimento.

GIOVANNI BURIDAN (1297-1353). Appartenente alla Scuola di Parigi riprende la teoria dell'impeto da Filopono di Bisanzio ed è commentatore di Archimede. A lui si riferisce la satira dell'ASINO DI BURIDANO che posto davanti a due mucchi di fieno uguali ed ad uguale distanza muore di fame esercitando l'asino il libero arbitrio per la sua scelta. Non possiamo non citare quello che può essere chiamato il TEOREMA DI BURIDANO, ben più importante del problema dell'asino, cioè il teorema di logica delle proposizioni asserente che:  $\text{non}(A \& B) = (\text{non } A) \& (\text{non } B)$  che fa coppia con il teorema duale di Occam.

NICOLA ORESME (1323-1382) Vescovo di Lisieux. Tra le altre cose introduce le potenze frazionarie ed irrazionali, anche se con il simbolismo del tempo non riesce ad andare avanti.

## 5. PERIODO RINASCIMENTALE

Adagiata su un braccio di mare che divide l'Europa dall'Asia sorge la città di Istanbul con i suoi 26 secoli di storia punto di incontro della cultura d'oriente con quella d'occidente. La città sorge nel 657 a.C. con il nome di BIZANZIO. Il forte popolo dei Turcomanni (Turk significa forza) vi si stabilisce nel 600 a.C.. Bizanzio diviene presto il punto d'incontro di culture e civiltà diverse, punto di transito di eserciti e carovane di mercanti sopporta nel corso dei secoli ben 240 assedi. Le legioni romane di Settimio Severo si spingono fino a Bizanzio e nel 350 d.C. Costantino la ribattezza NUOVA ROMA facendo erigere un settimo colle artificiale. Nel 410 d.C. resiste all'attacco di Attila degli Unni e nel 532 l'Imperatore Giustiniano fa costruire la chiesa di Santa Sofia che giudica opera pari alla costruzione del Tempio di Salomone. Diventerà poi COSTANTINOPOLI grande transito per le Crociate fino al 1200 circa quando i Crociati stessi la saccheggiano. Nel 1453 cade nelle mani di Maometto II detto Fatih. La città assume il nome di ISTANBUL e più o meno è da questo periodo lo scenario comincia ad assumere le sembianze e le caratteristiche di quella che verrà detta "sublime porta". I predecessori turcomanni di Fatih si erano impadroniti della Bosnia, della Bulgaria e di parte della Grecia.. Maometto I aveva rinforzato l'unità dell'impero ed ora Fatih prendeva Costantinopoli e successivamente soggiogava l'Albania, la Serbia, la Crimea spingendosi fino ad Otranto. Dal 1520 è al trono il Sultano Solimano I, il Magnifico che conquista l'Ungheria, la Mesopotamia e la Tripolitania. Fece costruire la grande Moschea a ricordo delle tendopoli turcomanne quasi trasformate in pietra. Sembra che dopo la caduta di Costantinopoli del 1453 parecchi dotti bizantini si rifugiano in Europa, in particolare in Italia, Portano con loro preziosi manoscritti contenenti antichi trattati greci.

Il Periodo tardo-Medioevo a confine del Periodo Rinascimentale può essere datato secondo la seguente Tavola:

- 1436 probabile morte del matematico al-Kashi nascita del matematico Regiomontanus.
- 1440 Gutemberg inventa la stampa
- 1444 Morte a l'Aquila di S.Berardino da Siena
- 1445 S.Giovanni da Capestrano, diplomatico abilissimo e conduttore di una Crociata (1556) contro i Turchi fonda a l'Aquila l'Ospedale S. Salvatore
- 1447 data del più antico libro stampato in Europa.
- 1453 caduta di Costantinopoli, crollo dell'Impero Romano d'Oriente (Impero Bizantino) Inizia la stampa della Bibbia di Gutemberg a Magonza.
- 1462 Nasce Trithemius
- 1470 probabile data di stesura da parte di Leon Battista Alberti (1404-1472) del manoscritto "Modus scribendi in ziferas". Le idee sono riportate in "La cifra" pubblicato postumo (1568) da Cosimo Bartoli.

- 1481 Adam di Rothwil di Mainz (MAGONZA), allievo di Gutemberg ottiene a L'Aquila la licenza di stampare libri.
- 1482 Prima stampa di Euclide.
- 1483 A Urbino nasce Raffaello A Eisleben nasce Martin Lutero.
- 1484 Adam di Rothwil lascia L'Aquila dopo aver stampato quattro libri tra cui: Vite di Plutarco e Chronica di Santo Isidoro, Conservate nella Biblioteca Provinciale. Prosegue la sua opera l'Aquilano Eusanio Stella.
- 1486 Incontro di Colombo con Isabella di Castiglia e Ferdinando di Aragona.
- 1489 Il matematico J.Widman usa il + e il -.
- 1490 Prima predica di Gerolamo Savonarola.
- 1491 Nasce Ignazio di Loyola, fondatore della compagnia di Gesù
- 1492 Scoperta dell'America: S. Salvador, Cuba e Haiti..
- 1493 Il viaggio di Colombo: piccole antille.
- 1498 III viaggio di Colombo: Trinidad ed esplorazione dell'Orinoco.
- 1499 Amerigo Vespucci scopre il Venezuela.
- 1500 I libri a stampa sono circa 30.000.
- 1501 Amerigo Vespucci raggiunge il Brasile
- 1502 IV viaggio di Colombo: raggiunge la Martinica, l'Honduras e Panama.
- 1506 muore Colombo a Vallolid.
- 1573 Francesco de Marchi, ingegnere al seguito di Margherita d'Austria compie la prima ascensione del Gran Sasso.
- 1534 Inizio della costruzione del Castello a L'Aquila.
- 1586 Blaise de Vigenere pubblica il Traicte des chiffres
- 1601 Fondazione dell'Accademia dei Velati a L'Aquila.
- 1606 Il Principe Federico Cesi fonda l'Accademia dei Lincei.

Anche in questo paragrafo vogliamo vivere le Scienze attraverso feedback su alcuni protagonisti.

JOHAN MULLER detto REGIOMONTANUS (1436-1476) di Konisberg (montagna del re) Commentatore e critico famoso si occupa di Matematica, astronomia ed astrologia.

LEONARDO DA VINCI (1452-1519), il più grande e multiforme genio di tutti i tempi. È impossibile capire l'influenza che ebbero le sue opere sia per la mole e perché rimasero inedite fino al 1800.

SCIPIONE DAL FERRO (1465-1526) è lo scopritore della formula risolutiva dell'equazione di terzo grado.

LUCA PACIOLI (I suoi libri, formanti una enciclopedia dello scibile, ebbero una enorme diffusione e su di essi si formarono tutti i matematici del XVI secolo.

MICHEL STIEFEL (1486-1567). Si occupa delle potenze del binomio e trova la formula che reca il suo nome.

FRANCESCO MAUROLICO (1494-1575), di Messina traduttore e commentatore, Spiega la rotondità del sole e studia gli occhiali.

NICOLO TARTAGLIA (1499-1557) studio il moto dei proiettili.

FEDERICO COMMANDINO (1509-1575), di Urbino, famoso commentatore e traduttore di testi classici.

GUIDOBALDO DAL MONTE (1545-1607) di Pesaro, autore di un importante trattato di Meccanica.

SIMON STEVIN (1548-1620), olandese, studia l'equilibrio dei corpi che si appoggiano ad un piano inclinato e la legge di Stevino. Si occupa delle equazioni di terzo e quarto grado.

GIORDANO BRUNO (1548-1600) Domenicano di Nola, filosofo e scrittore. Accusato di eresia, viene arso vivo in Roma, per aver concepito un universo infinito avente in se ogni causa ed effetto.

GALILEO GALILEI (1564-1642), solo un articolo a parte può dare un suo breve tratteggio. È il simbolo dell'uomo di scienza perseguitato dall'ottuso potere dell'inquisizione. Con tolleranza accetta anche una sottomissione, ma, mai domo, persegue il trionfo del sapere.

## **6. I CODICI SEGRETI NEL PASSATO E I PRODROMI DELLA TEORIA DELL'INFORMAZIONE**

Con una clausola testamentaria, Cristoforo Colombo chiede ai suoi discendenti maschi di firmarsi con il crittogramma seguente

S.  
S.A.S  
X.M.Y  
X po FERENS

detto CRITTOGRAMMA DI COLOMBO. L'enigma non è stato mai risolto (il messaggio è troppo breve per essere forzato) e possono avanzarsi solo ipotesi (cfr. Agen-  
da Nautica 1992).

L'ordine dei Templari, nato nel 1100 per proteggere i pellegrini diretti al Santo Sepolcro, divenne ricchissimo per lasciti e bottini di guerra. L'ordine viene sciolto in modo drammatico nel 1300 da Filippo il Bello. L'alfabeto dei Templari usato anche dai Rosacroce prima e dai Massoni poi è un codice costituito da aste e puntini, di interesse per il tempo. Il cifrario cade in disuso alla fine del 1700 per riapparire

nel 1863, durante la guerra di secessione americana, con il nome di CODICE PIG-PEN. Un altro famoso codice è il CODICE ALESSANDRINO consistente di due dischi a più corone. Esso appare nella prima pagine di un manoscritto del XII Secolo conservato nella biblioteca di Alessandria. Il segreto del Codice Alessandrino è stato scoperto, utilizzando elementi sofisticati di crittoanalisi, proprio in questo 1992 dall'Ammiraglio di Squadra Giovanni Moro, che me lo ha gentilmente comunicato. Il codice nasconde la data del manoscritto

“1 Marzo 1190” in accordo con serie ipotesi del passato (1200 + 20 anni). L'Ammiraglio afferma che nel codice vi è tanta matematica da far pensare che l'autore potesse conoscere le opere dell'allora ventenne Fibonacci (1170-1230). La necessità di trasmettere messaggi segreti r antichissima. Svetonio (140-69 a.C.) nella sua “Vita dei Cesari”, presenta un codice usato da Giulio Cesare (100-44 a.C.): ogni lettera è sostituita con quella che la segue di un certo numero di posti

ABCDEF GHI LMNOPQRSTU VZ - chiaro  
 UVZABCDEF GHI LMNOPQRST - cifrato

Ad esempio:

testo chiaro: laperdonanzaeunafestaaquilana

testo cifrato: GUMBC.....etc.

Sul finire del Medio Evo, l'inizio di relazioni diplomatiche tra stati e staterelli, conduce all'uso dei codici segreti e con esso la ricerca della rottura dei codici in uso. Nasce quindi: la necessità di costruire sempre nuovi codici in grado di rimpiazzare quelli ormai noti agli avversari. Inizia anche l'idea graduale di sostituire lettere con alfabeti di altre culture (greche, ebraiche o inventati) o con parole (Nomenclatori). La difficoltà principale è il trasporto del Nomenclatore. I tentativi di superamento di questi sistemi condussero all'idea di trovare metodi facilmente memorizzabili e trasportabili, cioè algoritmi e chiavi. Tuttavia i vecchi codici sono più o meno legati al fatto che ad un alfabeto, diciamo in chiaro se ne sostituisce un nuovo diciamo cifrato in una corrispondenza di simboli uno ad uno. Il sistema usato si dice monoalfabetico.

Leon Battista Alberti - architetto, urbanista, ed anche matematico e crittografo si accorge per primo di due fatti fondamentali:

a) Considerata una qualsiasi lingua possiamo esaminare la percentuale con cui una lettera si presenta in un discorso “abbastanza” lungo. Scopriamo che ogni lettera presenta una frequenza propria della lingua. Tale frequenza allora se possediamo un messaggio abbastanza lungo si ripresenta nel messaggio stesso. I simboli più frequenti sono le vocali a, e, i, o ed è altamente probabile che la frequenza propria si conservi.

Di fatto è possibile “indovinare” il messaggio codificato con un codice monoalfabetico.

b) Il segreto del codice deve risiedere solo in un meccanismo facilmente mutabile e questo segreto deve essere facilmente trasportabile.

Nel Rinascimento così troviamo un cambiamento radicale, nascono i primi codici segreti che non fanno uso di un solo alfabeto cifrante, ma di molti alfabeti cifranti. Tali codici si chiamano codici polialfabetici.

Nuovi sistemi di cifratura furono ideati oltre che da Leon Battista Alberti, sul cui codice torneremo più avanti, da Giovan Battista Della Porta, celebre fisico napoletano (1540-1615), inventore anche della camera oscura, da Gerolamo Cardano (1501-1576), proprio lui: il medico - mago, quello dell'equazione di terzo grado, che, durante la sua sfortunata esistenza, trattò anche di argomenti crittografici di interesse notevole. Fuori d'Italia troviamo il tedesco Tritemio (Johannes da Tritenheim, 1462-1516), ed infine il francese Blaise de Vigenre (1522-1596) che realizzò un codice che doveva resistere ad attacchi dei più grandi geni del tempo per più di 300 anni. L'esame dell'opera di questi Matematici, ma anche personaggi in altri campi, costituisce la migliore analisi dello sviluppo della Scienza dell'Informazione del XV e XVI Secolo.

Leon Battista Alberti nasce a Genova in una data non sicura tra il 1404 e il 1407. Proveniente da famiglia di abili commercianti a livello internazionale si dedica profondamente allo studio. Si addottora a Bologna nel 1428 ed entra al servizio del Cardinal Albergati ai cui servizi era pure Enea Silvio Piccolomini futuro Pio II, lo segue a Roma ove nel 1432 viene assunto come abbreviatore Apostolico da Papa Eugenio IV (papa dal 1431 al 1447). Rimane al servizio di vari Papi quali Nicolò V Di Sarzana, Callisto III (Alfonso Borgia), Pio II (E.S.Piccolomini) ed infine Paolo II che lo licenzia dal lavoro presso il Vaticano. Ed è ora che l'Alberti si dedica ai suoi lavori di Architettura. Muore a Roma nel 1472. Nel “Trattato di pittura” formula i concetti fondamentali della geometria descrittiva e può essere considerato il padre della Prospettiva. Tra le sue opere architettoniche ricordiamo il Tempio Malatestiano a Rimini, Palazzo Rucellai e la facciata di S. Maria Novella a Firenze e infine S. Andrea a Mantova. Il codice di Alberti fu elaborato, sotto Papa Piccolomini, su commissione del segretario pontificio Leonardo Dato, intorno al 1466. Esso era costituito mediante due cerchi concentrici. Nel disco più esterno appare l'alfabeto in chiaro formato da 24 caselle, 20 delle quali contenenti lettere (mancano per ragioni di sicurezza crittografica, le lettere che si presentano con minore frequenza, cioè J, K, Y, W, Q, H) e le rimanenti quattro i numeri 1, 2, 3, 4.

Il disco interno contiene una permutazione di altre 24 lettere (manca la lettera w ed e u=v) formanti l'alfabeto cifrante. Esso può ruotare rispetto al primo disco. Si fissa, prima di cominciare a criptare il messaggio, una lettera dell'alfabeto in

chiaro detta indice del codice. Poiché c'è una corrispondenza biunivoca tra le caselle dei due dischi, allora alla lettera scelta come indice del codice, sia ad esempio F, corrisponde una ed una sola lettera del disco interno. Come prima lettera del testo cifrato si scrive la lettera corrispondente ad F e poi ogni lettera del messaggio viene sostituita con la corrispondente sempre del disco più interno. Supponiamo ora che dopo un certo numero di lettere (anche uno solo) si desideri cambiare alfabeto per rendere più difficile una possibile decrittazione. Si scelga allora uno dei numeri 1,2,3,4 che sono a disposizione, ad esempio il numero 2, che va pensato come inserito nel testo in chiaro. A questo numero si sostituisce la lettera che gli corrisponde nella corrispondenza dato dai due dischi. Fatto ciò, si ruota il disco finché la lettera corrispondente al numero scelto non si vada a situare esattamente sotto l'indice del codice, la lettera F nel nostro caso. Questa operazione cambia la biezione tra l'alfabeto in chiaro e quello cifrante quindi otteniamo un altro alfabeto, fino a che non decidiamo di fissare un nuovo numero e così via.

La tendenza del periodo è quella di costruire algoritmi per cifrare molto semplici. Nasce l'uso della parola chiave principalmente per merito di un altro italiano Giambattista Della Porta (1563).

Giambattista della Porta nasce a Napoli nel 1535. Si dice abbia passato l'infanzia nelle biblioteche studiando e memorizzando le più svariate materie. Finì per essere considerato un genio. Egli cercava nelle discipline oggetto del suo studio tutto ciò che la Scienza Ufficiale non accettava l'insolito ed il bizzarro. La sua casa era un magazzino dell'insolito ed una meta di viaggiatori che gli portavano, anche dietro compenso, le notizie più varie. L'opera "Magiae naturalis...." pubblicata in 4 volumi nel 1558 lo rende celebre a 23 anni. Viene tradotta in francese e tedesco e ristampata ed ampliata in ben 20 volumi. È la fama ma anche una accusa di stregoneria, tuttavia poco creduta dalla stessa Inquisizione. Della Porta è ingegno straordinario e caotico brillante e confusionario. Si occupa di occulto e scienza in un misto di interessi per botanica, biologia, ottica, fisica, acustica, cosmesi, magnetismo, medicina, astrologia, alchimia. Studia questioni definibili di psichiatria, descrive un sistema per ottenere fiori di diverso colore e frutti senza semi con metodi che solo oggi si stanno approfondendo, costruisce il primo cornetto acustico, alcuni tipi di bussola, la camera oscura e prototipi di cannocchiali (Keplero attribuì a lui lo strumento) polemizzando ferocemente con il più giovane Galileo. Scrisse moltissimi libri "De occultis Literarum", "De furtivis literarum notis" riguardano la Crittografia. L'opera "De humana physiognomia" del 1586 precorre la psicologia e l'antropologia ed è la sua opera più nota. Muore a Napoli nel 1615 ad ottanta anni e viene presto dimenticato.

Con riferimento alla tavola Della Porta vediamo l'uso della parola chiave in quel codice.

Tavole della Porta

ab	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
cd	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Z	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
ef	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Y	Z	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
gh	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	X	Y	Z	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
ij	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	W	X	Y	Z	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
kl	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	V	W	X	Y	Z	N	O	P	Q	R	S	T	U
mn	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	U	V	W	X	Y	Z	N	O	P	Q	R	S	T
op	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	T	U	V	W	X	Y	Z	N	O	P	Q	R	S
qr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	S	T	U	V	W	X	Y	Z	N	O	P	Q	R
st	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	N	O	P	Q
uv	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	N	O	P
wx	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	N	O
yz	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	N

Come funziona il codice Porta? Si inizia con il fissare una parola del tutto arbitraria ma contenente lettere tutte distinte (ciò perché ad ogni lettera corrisponderà un diverso alfabeto); sia PERDONAZ (abbiamo tolto una N ed una A). Si scrive tale parola sotto il messaggio un numero di volte tale da “coprire” il messaggio stesso, indi si usano le tavole come nel seguente esempio.

ESEMPIO.

testo chiaro: LEINDIEDELLIMMAGINARIO.....

chiave: perdonazperdonazperdon.....

testo cifrato: RPN.....

Cosa ne facciamo della parola chiave? Prendo la riga ove appare p (prima lettera della chiave) necessariamente assieme ad o. Nella riga doppia op scambio L con la lettera sottostante che è R. Passo alla seconda lettera e. Prendo la doppia riga ef e scambio E con la sottostante P, e così via.

Nelle tavole di Della Porta le lettere minuscole scritte in testa danno il nome all'alfabeto di quella riga, che è ottenuto dividendo l'alfabeto in due parti di 13 lettere ognuna e stabilendo una biezione tra i due insiemi di 13 elementi.

I sistemi polialfabetici derivano tutti dalle tabelle ideate dall'Alberti, da Porta e da Tritemio.

Johann Hedenberg nasce nel 1462 a Tritenheim. Nel 1479 si reca a Heidelberg, città faro culturale del tempo, ove conobbe un Mestro Rosacroce, il cui nome è rimasto sconosciuto, che lo introdusse agli studi esoterici di quel periodo. Egli assume il nome di Trithemius. Nel 1483 entra in un monastero Benedettino a Spanheim e dopo la morte del vecchio Abate è lui il più giovane a 22 anni ad essere il nuovo Abate. In pochi anni restaura il Convento, paga i debiti, trasforma gli abulici monaci in abili trascrittori di codici antichi. Presto Spanheim diviene posto famoso e la biblioteca compete con quella del Papa. Le sue personali ricerche, il paziente lavoro dei suoi Monaci lo portarono a conoscere culti e riti dimenticati nel corso dei secoli. Un colpo di fortuna: il ritrovamento delle “note tironiane”. Era Tirone un liberto, assistente di Cicerone, padre della tachigrafia romano e della stenografia moderna. Potè così con i suoi Monaci tradurre molte opere scritte con sistemi tironiani e questo lo portò ad essere un abile conoscitore di codici. L'ingegno e lo studio lo condussero ad inventare complessi meccanismi matematici atti a nascondere il vero significato di un messaggio da trasmettere.

Nel 1506 i Monaci stanchi del lavoro massacrante che Trithemius imponeva loro, in sua assenza, lo deposero da Abate. Si ritirò a Wurzburg ove passò l'ultimo decennio della sua vita a scrivere. Morì nel 1516, a 54 anni. Il Rosacroce Trithemius codificò le sue lunghe ricerche in due manoscritti: “Poligraphia” stampato postumod Oppenheim nel 1518 e “Steganographia” stampato a Lione nel 1531, e tradotto dall'originale latino nel 1982. Tritemio (1462-1513), usava rivestire i suoi molteplici codici, molti basati su peculiarità del latino, di misticismo. L'idea base fu quel-

la di aggiungere molte parole in modo che il messaggio finale avesse senso compiuto. Non esporremo il suo metodo molto complesso per il quale rimandiamo alle sue opere. In Tritemio appare il seguente quadrato che Tritemio attribuisce agli Eberi che lo conoscevano con il nome di ZIRUPH:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
A	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
G	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
H	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
I	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
J	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
L	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
O	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
S	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

Questo quadrato è quello che i matematici chiamano un quadrato latino cioè un quadrato in cui ogni riga o colonna è una permutazione della prima riga. Inoltre il quadrato è la tabella di moltiplicazione di un famoso gruppo astratto additivo precisamente  $Z_{26}$  e di fatto il suo uso corrisponde all'uso della prima struttura algebrica, diversa dai numeri, della storia. Con tale quadrato si costruì un codice polialfabetico, codice che ha raggiunto notorietà immensa. La costruzione si attribuisce al fran-

cese Blaise de Vigenere. Egli nel 1586 pubblica questo codice nel quale fa uso della tavola quadrata dell'abate Tritemio, nota oggi come tavola di Vigenere. Il codice di Vigenere fu considerato "sicuro" per circa 300 anni. Fu un ufficiale prussiano Friedrich Kasiski nel 1863 ad ideare un test statistico (test di Kasiski) che condusse alla decrittazione del codice. Un esempio per capire il funzionamento:

testo chiaro: francoeugenispedisceuntestosegreto

CHIAVE: PERDONAZ.....

CIFRATO: UV.....

Infatti nella tavola incrociando la colonna f con la riga P si ottiene U ed ancora incrociando r con E si ottiene V etc. A conclusione parliamo anche di una ulteriore cifratura. La cifratura può anche essere eseguita mediante l'uso di griglie, cioè di poligoni di cartone o di altra materia ripartiti in caselle, delle quali un certo numero forate. Il tipo originario è la griglia quadrata, ideata dal Cardano. Gerolamo Cardano nasce a Pavia nel 1501. L'infanzia difficile, la sua nascita illegittima, la superstizione (sembra che odorasse di zolfo) le enormi sventure della sua vita lo resero litigioso, bizzarro e sempre più introverso. Fu un buon medico e studioso di malattie mentali ma avversato dal Collegio dei Medici. Solo dopo anni riuscì ad esercitare con continuità e divenne famoso per le sue diagnosi che erano letteralmente portentose. Da molti considerato un sensitivo, non ebbe gran fortuna. Il crollo della sua casa, la sfortuna al gioco che lo condusse a frequentare assieme al suo secondogenito ambienti malfamati e la prigione per debiti, la tragedia del figlio primogenito giustiziato per aver ucciso la propria moglie. Famoso per la risoluzione dell'equazione di terzo grado e la polemica con Tartaglia per la priorità. Famoso ancora per il "giunto cardanico" pubblicò moltissimi libri tra cui "De Rerum varietate" riguardante la Crittografia. Muore nel 1576 a Milano.

Con la griglia del Cardano la cifratura ha luogo sovrapponendo quadrati di cartone forati in un certo modo convenuto. Il messaggio viene scritto nei fori della griglia appoggiata su di un foglio di carta quadrettata, ruotando il cartoncino in un modo stabilito quando tutte le fessure sono state riempite. Dopo aver tolto la griglia, si rilevano le lettere o colonna per colonna, sia in senso verticale che in senso orizzontale, oppure mediante l'aiuto di una "chiave" come nei casi precedenti.

u-i-i-i-i-i-o	u-i-i-i-i-i-o
m-----.	m-----.
1 quadrato	2 quadrato
rotato di 90	antiorario

testo chiaro: LA CRITTOGRAFIA  
È INTERESSANTE

u-Q+E-i-i-i-i-i-i-Q+E-i-Q+E-i-i-i-o  
Q+S+C-i-i-i-i-i-Q+S+S+W+S+C-i-i-i-o  
Z+S+E-Q+E-i-i-i-Q+S+C-Z+X+S+E-Q+E-i-o  
u-Z+S+S+S+E-i-i-Z+S+E-i-i-Z+S+S+S+E-o  
u-i-Z+C-Z+S+W+E-Q+S+C-i-i-i-Z+C-Z+S+E  
u-i-i-i-Q+S+X+S+S+C-i-i-i-i-i-Q+S+C  
m———Z+C———Z+C———Z+C—]

Gli spazi vuoti vengono riempiti ad esempio con lettere casuali. Ed adesso uno sguardo all'attuale! È possibile "complicare" il codice di Vigenere per avere un codice sicuro, cioè capace di resistere agli attacchi?).

Un codice considerato completamente sicuro è il codice di Vernam (1926). Questo è un codice di Vigenere (cioè si usa la tavola di Vigenere) nel quale si usa una parola chiave avente una lunghezza pari alla lunghezza del messaggio. Sembra, ad esempio, che il telefono rosso, che esisteva tra la Casa Bianca e il Cremlino, facesse uso di un codice di Vernam per comunicare.

Questo codice di Vernam è in un certo qual senso il padre dei codici moderni costituiti da messaggi scritti con sequenze binarie e chiavi formate da lunghissime sequenze pseudocasuali. In questi codici la codifica e la decodifica sono la somma modulo 2. Siamo nel pieno della Teoria di Shannon, il poco spazio ci impedisce di approfondire, ma alcuni aspetti saranno ripresi nei capitoli seguenti. Notiamo solo che la parola chiave, in un codice di Vernam, non è detto che debba essere di senso compiuto (ai tempi di Vigenere il messaggero aveva necessità di ricordare a memoria la parola chiave), ed essa può essere una sequenza, lunga come il messaggio, di simboli qualsiasi, ad esempio di 0 ed 1 casuali ovvero pseudocasuali. Vi è oggi una grande richiesta di sequenze pseudocasuali; dal punto di vista intuitivo tali sequenze sono sequenze scritte con una legge e quindi facilmente riproducibili in un secondo computer, ma con proprietà statistiche molto vicine a quelle della casualità.

Un codice molto usato oggi per trasmettere un messaggio segreto attraverso un canale pubblico e un codice costruito dalla IBM il cui algoritmo (ma non le chiavi che ognuno fissa come vuole) è stato addirittura pubblicato al Federal Register of Information Processing Standard in data 1 Agosto 1975. Tale codice si chiama Data Encryption Standard, in sigla DES ed è usato ad esempio all'interno dei nostri Bancomat..

## 8. IL LINGUAGGIO ARCHITETTONICO: VALORE INFORMATIVO E VALORE POTENZA DI UN MODELLO

Per quanto concerne la conservazione della scienza antica dalla quale nel Rinascimento avrebbe avuto origine la scienza nuova, dobbiamo ricordare la Scuola di Architettura di Bisanzio. Le origini della stessa sono in relazione con le difficoltà incontrate nella costruzione della cupola di Santa Sofia, essendosi perdute fra gli ingegneri del tempo la tradizione degli studi matematici e in particolare la Statica di Archimede. La cupola crollò due volte durante la costruzione. Si riaprirono allora scuole di Geometria e Meccanica con gli architetti Artemio di Tralle, Isidoro il vecchio, Eutocio di Ascalona che commentarono e tradussero le opere greche necessarie a far rifiorire la cultura di cui necessitavano. Dunque nel Rinascimento nascono studi di Matematica per l'Architettura e l'Arte che contribuiscono alla rinascita delle stesse. Dagli studi degli Scolastici nasce un nuovo assetto della logica orientata alla teoria del linguaggio. Ci piace illustrare alcuni aspetti attuali del linguaggio architettonico e del ragionare di arte con metodi scientifici, problematiche queste che hanno le radici profonde in quanto abbiamo ricostruito in questo lavoro. Il linguaggio, stando alla Teoria dell'Informazione consta di due principali categorie: la permanenza e l'emergenza. L'emergenza è qualcosa (una filosofia o una tecnica) che si ascolta, si vede o si usa per la prima volta; appare evidente che un linguaggio totalmente costituito di emergenze sarebbe incomprensibile, dunque ogni linguaggio ha una quantità di permanenze e di emergenze. Il moderno calcolatore elettronico è un genio senza emergenze, potendo compiere soltanto le operazioni per cui è predisposto, mentre il "progetto", in senso lato rimane uno dei più solidi veicoli di comunicazione significativa. Non sempre nella storia il linguaggio "emergente" di alcuni personaggi si è rivelato a quel tempo degno di comprensione. I geni dell'architettura, più in generale di ogni campo, sono apparsi talvolta come folli profeti. Ci vuole del coraggio dell'intuito per fare delle previsioni, ma allorquando si usi un linguaggio totalmente emergente si è folli profeti vulnerabili. Al contrario applicare un linguaggio totalmente permanente porta a dei paradossi come ragionare nel campo dell'arte con metodi scientifici: che implica l'arte ripetibile con esattezza. L'arte priva di emergenze, è una illusione che presenta analogia con il "sogno di Leibniz" (cfr. par. 4) che era stato prima certamente il sogno di Raimondo Lullo e presente forse ancor prima in Carneade. Il loro sogno era la costruzione di un linguaggio, nel quale le deduzioni scaturissero meccanicamente dalle premesse, cioè un linguaggio totalmente privo di emergenze, un calcolatore ante litteram. È quanto hanno fatto i Bourbakisti (cfr. il successivo par. 9). Per essi: " si fa, ma senza anima, come un calcolatore, e quindi senza arte. È l'illusione di Muthesius e della scuola del Bauhaus in cui si pensava di fare degli oggetti fuori da ogni stile, inimitabili e obiettivamente corretti che sarebbero divenuti eterni. Per molti secoli prima del Rinascimento l'arte rappresentò uno strumento del potere politico e religioso. I valori ideali sui quali si

fondava la società da quella proto-cristiana a quella romana, a quella maomettana si manifestavano attraverso l'arte. I temi erano già prefissati e l'artista era solo l'esecutore delle tematiche di competenza politico-religiose. Nel campo dell'architettura non esisteva, ad esempio, una classe autonoma di progettisti esclusa quella degli esecutori. È Alberti il primo che scinde le due operazioni, (progetto-esecuzione) mentre per Brunelleschi, ancora medioevale nei modi e nei costumi, il binomio progetto-esecuzione è inscindibile. Solo alla fine del "Periodo buio" le forze della produzione assumono una direzione, più precisamente quella di parte attiva della comunità. Queste forze riescono a costituire la classe della borghesia, che nel '400 aveva un carattere rivoluzionario, sostituendo al modello storico della società medioevale, rigidamente gerarchica, un modello basato sui diritti di ciascuno acquisiti attraverso il lavoro e il denaro guadagnato. All'interno della classe borghese rinascono tutti quei privilegi che prima caratterizzarono la classe nobile, ma saranno tolti di mezzo dalla rivoluzione francese. Nel '400, la mobilità sociale presuppone che ciascun borghese progetti tutta la propria esistenza. Si autodirige dove la convenienza lo spinge. Ai modelli di operazione produttiva si sostituiscono i modelli di produttività ideale, cioè una progettazione della vita basata sull'esperienza e sulla conoscenza della natura. La guida non è più la teologia o la legge, esse non sono più assolute ma è la scienza del sapere umano che guida l'uomo. Alberti fu un grande assertore della libertà di decisione della vita umana, Brunelleschi è l'ultimo dei pensatori medioevali. Cadono i "giudizi di valore", cioè quei giudizi che partendo da un modello ideale procedono per confronto. Dal '400 crolla la struttura medioevale e crollano i modelli ideali, ognuno si può dirigere dove vuole. E allora l'architettura del '400 si può spingere verso il manierismo, cioè verso la direzione più magica e contraddittoria, o può tornare come nell'opera di Michelozzo, a recuperare certi valori medioevali, o può anticipare il Barocco senza passare per il manierismo. A questo punto non si tratta di agire in una direzione unica ma scegliere tra tante. Il passaggio dalla logica antica a quella moderna non crea cesure nella storia ma la logica moderna si pone come risolutiva di quella antica. Tutto ciò è leggibile nella patina del paesaggio scomponibile, di frequente, come un palinsesto. Prometeo volle rubare il fuoco divino e aprire il paradiso agli uomini. I sogni di Colombo e Leonardo, in misura minore dell'Alberti, ben inseriti nella sua società, molto efficienti ma tutt'altro che profetici, sono gli stessi sogni dell'eroe mitologico. Si è esploratori per indole ed essi, cardini della Storia, creano e sviluppano premesse e circostanze per le grandi svolte. Il prodotto d'architettura non è mai un "pezzo" isolato ma si configura e si qualifica nell'ordito urbano e sociale e nella comunicazione che istaura con gli altri elementi spaziali. Nasce anche una idea di territorio inteso come architettura e non solo come luogo di attuazione di quest'ultima. In questo senso la morfologia e la storia umana sono alla base dei processi di trasformazione e autoregolazione politica. L'architettura del territorio diviene in questa ottica una vera e propria scienza, un principio regolatore che sforna modelli variabili al variare delle circostanze. Se si

guarda alle trasformazioni del paesaggio, in relazione alla storia e alle mode e modi di ogni cultura, ci accorgiamo che le diversificazioni significative in un campo di valori, che va dalle forme visibili al corpus storico, ai miti religiosi, costituiscono l'infinito gioco della libera scelta umana, sottraibile ad ogni classificazione. L'umanità dedita alle scoperte paga un prezzo altissimo per il viaggio accelerato che la conduce al vertice della sua gloria e parimenti alla sua follia. L'uomo del Rinascimento contemporaneo di Leonardo da Vinci e Benvenuto Cellini, di Cristoforo Colombo e Vasco di Gama, di Enrico il Navigatore e di Leone l'Africano ha intrapreso una lotta destinata a squadernare le porte dell'universo per scoprire tutto il mondo conosciuto. L'antico sogno della Grecia Classica, proclamato dai primi umanisti del quattrocento, vede l'uomo trasformarsi in signore del proprio destino e irrompere nell'Olimpo per rendere umani gli dei. Mentre i naviganti issano le vele con decisione Ulisseica, Pico della Mirandola proclama la dignità dell'uomo e la capacità di scolpire se stesso. Tentiamo ora di leggere attraverso i tempi le diversificazioni del paesaggio e la volontà emancipatrice. Già l'organizzazione del territorio agricolo in epoca romana, sottende altre motivazioni, che vanno al di là delle caratteristiche morfologiche e climatiche. Lo spazio coltivato va oltre i luoghi abitati, in una sorta di gerarchia che predilige orti e frutteti, con alberi molto fitti. Segue il campo arborato, più lontano i seminativi ed infine i boschi e i pascoli comuni. Questa organizzazione viene sconvolta nel periodo medioevale quando la conquista delle pianure, avutasi in epoca romana, subisce un arresto. La campagna si struttura attorno all'insediamento accentrato, al borgo, alla città. La logica del Medioevo ingloba la staticità che nell'organizzazione del territorio è mancanza di espansione. Per questo la tipologia comune è la casa isolata con le colture intorno che seguono il copione. Al territorio si associano due figure: il contadino del villaggio che deve disperdere le colture nelle diverse fasi concentriche del territorio e il mezzadro che le riunisce attorno alle case. Così all'economia curtense dove l'autoconsumo e il baratto erano le principali forme di scambio si sostituisce la prima economia di mercato e la città diviene sempre più centro commerciale nel quale la produzione agricola può essere monetizzata. Fin dal 913 la Cronaca anglosassone riferisce che l'edificazione di fortezza e mura attorno ai villaggi era una delle attività principali dell'esercito regio. La cinta muraria non si limitava a proteggere dalle invasioni esterne, ma soprattutto svolge una innovazione politica. Contrariamente alla città antica le mura servivano a proteggere all'interno la libertà. La gente affluiva in queste sospirate isole di pace, con lo stesso stato d'animo con cui un tempo si era assoggettati ai capibanda feudali diventandone vassalli e servi per un po' di bene e sicurezza. Il diritto di costruire le mura era prerogativa regia finché la pace di Costanza del 1104 non lo estese anche alle città libere d'Italia. Così il castello estendendo le mura segnò spesso la nascita fisica di una città. In Italia, in Spagna ed in Francia si assiste alla moltiplicazione di questa aristocratica esperienza architettonica che fa uso di materiale desunto da edifici classici e si serve di buona tecnica muraria, segreto dei costruttori ro-

mani. Ovunque basiliche, battisteri, castelli, costruite con materiale locale e frammenti isolati. Subito dopo il Mille rinascono le città, si esce dalla crisi economico sociale di spopolamento e di paralisi edilizia, sviluppandosi sull'area degli antichi centri romani, rispettandone le piante più o meno originarie. Altre, la maggioranza, nascono su nuove aree. Nelle città mercanti ed artigiani si dedicano alla produzione e agli scambi. Nascono i primi nuclei di borghesia fondata attraverso il potere economico. Abbiamo un nuovo senso di comunità con risvolti sociali e politici, ci si avvicina alla città Rinascimentale. Ma in questa ultima non si registrano grandi mutamenti "pianificatori", quanto una differenza sostanziale di logica. La città cambia e si sviluppa per singoli progetti, per parti. Tutte queste soluzioni diverse non mutano la sostanza e l'equilibrio delle città stesse, ma si limitano ad essere inserimenti monumentali e prospettici nati da una nuova sensibilità. L'Architetto di allora comunque, come Leonardo da Vinci, doveva anche occuparsi di arnesi da cantiere oltre che della costruzione vera e propria, ideando procedimenti costruttivi non standard. D'altro canto quei Maestri d'arte avevano forti limitazioni di comunicazione in quanto dai Re alle maestranze, pochi allora erano coloro che sapevano, ad esempio, leggere. Durante tutto il Medioevo un certo numero di edifici religiosi è crollato ed è accertato che tali crolli erano dovuti soprattutto alla crescente audacia degli architetti. Essi desideravano edifici sempre più complessi e nel contempo volevano conservare una sorta di empirismo di metodi. Alcuni di loro erano lontani da una accettabile conoscenza dei fondamenti di questioni statiche e dei materiali e delle loro caratteristiche, dell'influsso del vento a grandi altezze ed anche del problema dell'appiombo, in relazione a caratteristiche geodetiche. A volte "le cose andavano bene per caso". L'esempio della Torre di Pisa mostra come delle condizioni di equilibrio possano crearsi anche naturalmente. Altre volte "le cose andavano bene perché..." ci si imbatteva in grandi maestri Architetti con tecniche perennemente emergenti. In questi casi le tecniche erano notevoli e nascondevano grandi conoscenze di questi gruppi muratori, che sapevano con grande maestria abbinare l'estetica e la statica. Non vi è dubbio che una fabbrica ci si presenta come un codice segreto da decrittare per "capire i segreti compositivi dei loro ideatori". Uno splendido esempio di lavoro in questa direzione è stato compiuto dalla Manenti-Valli [MAN.VA], che come si dice in crittografia "ha decrittato" i "segreti costruttivi" dei chiostri benedettini di S. Pietro a Reggio Emilia (XVI sec.), per i quali sta progettando il restauro. Da notare che il disegno complessivo della fabbrica fu di Leonardo Pacchioni (1479-1536), ma i due chiostri sono successivi: il minore di Bartolomeo Spani (1468-1539), il maggiore di Prospero Pacchioni (1555-1592). Eppure la Manenti Valli scopre una "metrica" architettonica comune ai costruttori del tempo, i quali forse formavano scuola, e la sua profonda ricerca, specie dal punto di vista della matematica sottostante, le consente di "progettare" un restauro con tecniche chiaramente emergenti. Oggi dopo la rivoluzione industriale, lo sviluppo tecnologico e l'avvento delle democrazie, lo studio e l'intervento sul territorio è di fatto cambiato. Non ci si occu-

pa più soltanto delle città e dei funzionamenti dei loro servizi, l'architettura del territorio diviene più sofisticata e si affianca ad alcune scienze umane quali la sociologia, l'economia, la geografia, l'antropologia fino all'ecologia. In altre parole ci si occupa di analizzare e comprendere tutti i tipi di rapporti esistenti tra l'urbanizzazione del territorio e le spinte sociali così da trasformare il più delle emergenze in emergenze consapevoli che tendano alle permanenze senza per questo diventare tali e snaturare gli aspetti d'arte e filosofici. Tutto questo ha forse avuto origine da questa avventura di Colombo che condusse ad "inventare un continente" che di rimbalzo ci ha portato principi di maggiori eguaglianze sociali culminate con la Rivoluzione francese e la nascita delle democrazie. Questa lettura dello studio del territorio potrebbe essere il senso (e a noi così sembra) di questo dibattito, indecifrabile forse all'esterno, dell'ultimo mezzo secolo. Per concludere rimarchiamo che il Rinascimento ha gettato le basi del futuro intraprendendo una lotta destinata ad aprire all'uomo le porte della Terra e dell'Universo ma anche quelle infernali del consumismo, giù verso un mondo capace di rigenerarsi ma anche di distruggersi.

## **9. ANCHE NEL SECOLO VENTESIMO ESISTE UN CHIARO CONTRASTO TRA RAZIONALISMO ED INTUIZIONISMO**

Alla fine degli anni '50 era arrivata dalla vicina Francia la moda del Bourbakismo (movimento di pensiero iniziato circa attorno al 1930).

Nicolas BOURBAKI non è mai esistito! Lo pseudonimo è di un gruppo di Matematici francesi ed americani che in una monumentale opera di circa 30 volumi ricostruiscono in modo completamente razionale tutta la Matematica. Prevale dunque l'aspetto deduttivo a partire dalle premesse. Tutto è razionale: la sintesi è nella frase provocatrice di Bertrand Russel:

La Matematica è quella disciplina nella quale non si sa di che cosa si parla (astrattezza dei concetti di base) e nella quale non si sa se quello che si dice sia vero o falso (vero significa infatti, nelle teorie razionali, deducibile dalle premesse).

Se da un lato è vero che dopo il Bourbakismo abbiamo imparato a scrivere la matematica è anche vero che l'approccio Bourbakistico svuota, o meglio non si preoccupa di riempire, i fondamenti e le premesse di quelli che sono i motivi ispiratori che hanno condotto a creare la teoria stessa. I motivi ispiratori sono nella storia stessa della nascita intuitiva della Teoria e nella storia anche di coloro che ne sono i padri fondatori. Per un Bourbakista le premesse sono lì, il perché ci siano è considerato un atto extra-logico, fuori della teoria e quindi non interessante la ricostruzione razionale.

È vero che la Matematica è così razionale? Certo così si dice: due più due è quattro, uno più uno è due e non si può quadrare il cerchio! Ma se chiamo "pari" con "zero" e "dispari" con "uno" segue fatalmente che "uno" più "uno" è.... "zero"!

Inoltre se il circolo non si quadra con la riga ed il compasso perché non usare anche un terzo strumento, così che ora... il circolo si quadra!

Se ne trae la conclusione che se nell'ordinare una teoria scoperta è bene che tutto sia razionale non è affatto necessaria la razionalità allora che l'atto di pensiero è quello di voler scoprire della Matematica.

Non possiamo non rivolgere, sia pur con un cenno, il nostro pensiero a Karl POPPER (Vienna 1902) legato alla scuola di Rudolph Carnap il creatore delle teorie razionali (cfr.[Carr.]). Il Popper mostra di accettare in pieno la distinzione di Reichenbach fra "procedimento di scoperta" e "procedimento di giustificazione" ma non accetta di fatto la pretesa dei razionalisti che la "ricostruzione razionale" riesca a riprodurre o simulare, magari depurata da atti extralogici, ogni aspetto dell'indagine. Tali atti extra-logici o metafisici costituendo assieme al riordino ed alla successiva divulgazione un trittico indiscutibile nel quale ciascun aspetto non può essere compreso in uno dei rimanenti. Naturalmente questo rapido flash non ci dice chiaramente l'intero pensiero del Popper e si rimanda il lettore interessato alla interessante monografia di Arcangelo Rossi.

L'importanza dell'aspetto intuitivo della Scienza anche esatta ci appare nel suo splendore massimo allora che si vada ad esaminare la personalità di uno dei Matematici più illustri di tutti i tempi: Srinivasa RAMANUJAN (1887-1920). Srinivasa Ramanujan nasce ad Erode in India da modesta Famiglia. Non riesce ad essere ammesso all'Università per la sua scarsa cultura, ma il suo genio matematico non tarda ad essere notato. Le sue formule ricavate senza una prova razionale vengono sottoposte agli eminenti Matematici Inglese Littlewood e Hardy. Anche il verdetto di Hardy sembra uscire dal razionale: "devono essere vere, perché se non lo fossero nessuno avrebbe avuto l'immaginazione per inventarle!" Ramanujan invitato a Londra fa coppia con Hardy. La coalizione frutta risultati fondamentali in Teoria dei Numeri. Ramanujan muore di tubercolosi nel 1920. Lo studio dei taccuini pieni di formule che ci ha lasciato è frustrante per ogni matematico. Le sue formule sono prive di prove, il matematico che le studia trova le prove razionali ma capisce che egli le vedeva e basta. Un aneddoto ci aiuta a comprendere il suo modo di ragionare. Si narra che vedendo un taxi targato 1729 egli affermasse di vedere un numero molto interessante perché somma di due cubi in due diverse maniere:  $1729 = 1 + 12 = 9 + 10$ .

Alla domanda se ce ne fossero altri con quella proprietà affermo:

"per quanto la mia scorra l'insieme dei numeri naturali non ne vedo altri". Ed era vero come poi fu razionalmente provato. Il rapporto Hardy-Ramanujan del primo Novecento, anche se portato un po' alle estreme conseguenze può simboleggiare il rapporto Occidente-Oriente nella Matematica. Questo rapporto fu veramente interessante nel tardo Medioevo e nei successivi paragrafi desideriamo approfondire come la Rinascita della cultura Matematica in Occidente deve il suo nuovo fulgore Rinascimentale agli studi orientali. Inoltre dietro questioni in apparente odore di "rogo" si celano i prodomi della statistica e della Teoria dell'Informazione, pilastri della nostra Società attuale.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] A.A.V.V., *L'agenda Nautica: "1492-1992"*, Istituto Idrografico della Marina, Genova 1992.
- [2] L. B. ALBERTI, *Opuscoli morali (VI - La cifra)*, pubblicato postumo da Cosimo Bartoli, Venezia, 1568. (Archivi Vaticani).
- [3] E. AMBRISI-F. EUGENI, *Il problema della protezione della informazione, I: cenni storici e metodi statistici per la decrittazione*, *Ratio Math.* 1 (1990), 15-37.
- [4] P. BERTEZZOLO, *Archimede*, Ed. Futuro, Verona, 1981. ISBN 0062.
- [5] A. BEUTELSPACHER-F. EUGENI, *Geometrie Finite e crittosistemi: stato dell'arte e problematiche*, *Atti del II Simposio Nazionale su: "Stato e prospettive della ricerca crittografica in Italia"* a cura della Fondazione Bordoni, Roma, 1989.
- [6] E. BORTOLOTTI, *Storia della Matematica Elementare*, in: *Enciclopedia delle Matematiche Elementari e compl.* a cura di Berzolari, vol. II, parte II, Hoepli, Milano, 1950.
- [7] C.B. BOYER, *Storia della Matematica*, Mondadori Editore, 1987.
- [8] G. CARDANO, *De subtilitate*, Basilea, 1547. (Vaticano-Apostolica)
- [9] M. CERASOLI-F. EUGENI-M. PROTASI, *Elementi di Matematica Discreta*, Ed. Zanichelli, Bologna, 1988.
- [10] A. COTTI RAMUSINO, *Comunicazione personale*.
- [10] M. GRANET, *La religione dei Cinesi*, Adelphi, Milano, 1979.
- [11] G. GUADALUPI, a cura di, *Sublime Porta ovvero Istanbul sultaniale*, F.M. Ricci Editore, Milano, 1991.
- [12] B. DE VIGENERE, *Traicte des chiffres ou secretes manieres d'escrire*, Parigi, 1586, (Roma - Biblioteca Nazionale).
- [13] F. EUGENI, *Combinatorics and Cryptography*, *Testo di una Conferenza generale tenuta a: International Conference "COMBINATORICS '90"*, Gaeta 1990, Atti in stampa.
- [14] F. EUGENI, *Le due rivoluzioni matematiche del secolo: da Bourbaki alla Matematica del discreto*, *Per. di Mat.* 1 (1992), 3-21. (dedicato al Prof. C. Eugeni nel suo 80.mo compleanno).
- [15] F. EUGENI-B.K. DASS, *How to share secrets: the idea of threshold games*, *Journal of Information & Optimization Sciences*, 12 (1991), 451-458.
- [16] L. GIANFRANCESCHI - G. LA PORTA, *I grandi del Mistero*, Edizioni Salani, Firenze, 1980..
- [17] M. GLIOZZI, *Storia del pensiero fisico*, in: *Enciclopedia delle Matematiche Elementari e compl.* a cura di Berzolari, vol. II, parte II, Hoepli, Milano, 1950.
- [18] J. HUIZINGA, *L'autunno del Medioevo*, Edz. Compton, Roma, 1992.
- [19] F. MANENTI VALLI, *La "geometria" delle fabbriche storiche: i chiostri benedettini di S. Pietro a Reggio Emilia*, in: *Atti per i sessant'anni di F.Speranza*, Bologna Dip. di Matem., Ottobre 1992.
- [20] R.L. MEYER, *Teoria della Comunicazione e struttura urbana*, Il Saggiatore, Edz. Mondadori, Milano, 1969.
- [21] H. PIRENNE, *Storia d'Europa*, Edz. Compton, Roma, 1991.
- [22] G.B. PORTA, *De Furtivis Literarum notis*, Napoli, 1563 (Roma - Biblioteca Nazionale).
- [23] A. ROSSI, *Popper e la filosofia della Scienza*, Edz. Sansoni, Firenze, 1975.
- [24] S. SICKMANN-S. SOPER, *Storia dell'arte cinese*, Bompiani, Milano, 1974
- [25] G. TRITEMIO, *Steganografia*, (traduzione dall'originale latino di F. Benedetti e A. Duprè), Nardini Editore, Firenze, 1982.

