

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TERAMO
Facoltà di Scienze della Comunicazione

*Nicoletta Amadio, Franco Eugeni
e Raffaele Mascella*

**LA SOCIETA' E I FONDAMENTI
DELL'INFORMATICA (Parte II)**

**Paradigma cooperativo – elementi di crittografia – ministoria degli strumenti di
calcolo – cenni di intelligenza artificiale.**

Edizioni Telematiche APAV - Teramo

1° Edizione 15 Dicembre 2011

Indice

1. Epistemologia ed epistemologia dell'informatica	pag.
1.1. Introduzione all'epistemologia e l'epistemologia dell'informatica	“
1.2. Il paradigma dell'abduzione come emergenza di creazione	“
1.3. Il paradigma cooperativo	“
1.4. I prodromi della persuasione occulta	“
Appendice 1.1. Piccola digressione storica sugli strumenti divulgativi	“
Appendice 1.2 Il Meccanicismo e il paradigma meccanicista	“
 2. La crittografia	
2.1. Introduzione alla crittografia	“
2.2. La storia	“
2.3. Il problema dei crittografi: fare un caos ordinato	“
2.4. Il problema statistico	“
 3. Storia degli strumenti di calcolo dall'antichità al pensiero contemporaneo	“
3.1. Gli strumenti di calcolo nell'antichità e le idee soggiacenti al calcolo	“
3.2. Dai bastoncini di Nepero alle calcolatrici meccaniche	“
3.2.1. Un excursus attorno ai... bastoncini di Nepero	“
3.3. Osservazioni relative ai logaritmi	“
3.4. Le calcolatrici meccaniche che emulavano la pascalina	“
3.5. L'avvento di Babbage	“
3.6. Dagli Scheutz a Zuse	“
3.7. Uscendo dalla...preistoria dell'informatica	“
3.8. La macchina Enigma, i Colossi e l'Eniac	“
3.9. Gli anni Cinquanta	“
3.10. Verso l'innovazione tecnologica	“
3.11. Gli anni Sessanta	“
3.12. L'avvento dei compatibili	“
3.13. Gli anni Settanta	“
3.14. Gli anni Ottanta	“
3.15. Verso il successo dei portatili	“
3.16. Gli anni Novanta	“

4. Intelligenza Artificiale

- 4.1. Introduzione al problema dell'intelligenza artificiale “
- 4.2. Il concetto di essere vivente “
- 4.3. Il desiderio di creare: prodromi di intelligenza artificiale “
- 4.4. Tappe del dibattito sull'intelligenza artificiale “
- 4.5. Il desiderio di creazione e l'uomo modificato “
- 4.6. Il desiderio di creazione dell'essere artificiale: letteratura e filmografia “
- 4.7. Prodromi di intelligenza artificiale: i piccoli robot dell'antichità “
- 4.8. Prodromi informatici nella logica: il sogno di Leibnitz “

INTRODUZIONE

Questo volume telematico aperto(nel senso che può essere integrato successivamente) è la continuazione logica del volume (nel seguito denotato come VOL.1) seguente:

Eugeni F. e Mascella R., Società e fondamenti dell'informatica, Zikkurat, Teramo (2008)

scritto da due degli autori del presente volume,

Il primo capitolo è dedicato al richiamo di nozioni di epistemologia , dell'abduzione, del paradigma cooperativo e agli strumenti, che assieme all'Arte della Memoria (vedasi VOL.1), sono alla base della nostra metodologia per la ricerca.

Nella necessaria analisi storica degli argomenti che vogliamo trattare un posto importante è dedicato alla Crittografia della quale ci occupiamo nel secondo Capitolo. La Crittografia è una disciplina matematica nella quale i processi di calcolo, che poi diventeranno tipici dell'informatica, sono sempre presenti per questo basta ricordare che quando ad Leon Battista Alberti fu posto dal segretario papale Leonardo Dati il problema di capire come mai gli avversari intercettavano, Alberti rispose inventando il metodo della statistica dei simboli ecc. Sostanzialmente uno strumento di calcolo che anche se non era automatizzato in futuro sarebbe stato facile farlo.

D'altra parte possiamo dire che la rottura di Enigma, macchina tedesca degli anni '30-'40 (?), avvenne grazie al calcolatore bomba dei polacchi, e successivamente ai Colossi inglesi dando luogo ad un processo che è un naturale passaggio all'informatica come mezzo indispensabile per i crittoanalisti. Del resto anche il metodo per trasferire i messaggi in binario, cifrarli, decifrarli e quando leggerli in linguaggio reale è di fatto possibile grazie a tecniche automatiche.

Andando avanti nel mondo attuale l'attacco alla decomposizione di un prodotto di due primi di almeno 100 cifre l'uno per ottenere la decomposizione, è possibile solo per via informatica.

Lo studio della Crittografia ci condurrà lentamente, in un esame attraverso i secoli che sempre più ci conduce alla necessità dell'utilizzo di strutture informatiche e di grandi potenze di calcolo che ormai sono possibili solo attraverso sistemi cooperativi mastodontici anzi mostruosi, che nascono dall'organizzazione migliore di PC connessi tra loro attraverso la rete.

Per meglio comprendere come la disciplina INFORMATICA (INFORMazione autoMATICA), altresì nota come Scienza dei Computer (COMPUTER SCIENCE), si sia sviluppata ed evoluta occorre ripercorrerne la storia a partire dalle prime macchine di calcolo, gli abachi per giungere alle potenti macchine moderne e ai programmi cooperativi. A tutto ciò è dedicato il lungo terzo capitolo.

Il quarto capitolo è dedicato all'Intelligenza Artificiale (IA). E' questo indubbiamente un termine di difficile comprensione, e di difficile definizione. Ancor oggi vi sono più modi di intendere questi due termini. Indubbiamente il sogno di creare la vita e di creare l'intelligenza che può derivarne è insito nel genere umano. Da un punto di vista epistemologico abbiamo esaminato i tentativi di definire la vita mediante gli assiomi di Koshland e la classificazione delle intelligenze secondo Gardner.

Tuttavia questo approccio è anch'esso sì chiarificatore ma sfumato nel senso che siamo portati a dire che si può parlare di vita o parlare di intelligenza quando siamo di fronte a parecchie delle indicazioni o degli assiomi o della classificazione.

Un'idea complessa e articolata che ci spinge ad un raffronto tra il naturale e l'artificiale, in termini di intelligenza, è indubbiamente fornita dalla macchina teorica di Turing (VOL.1)

Gli informatici sono soliti classificare l'IA in intelligenza forte e debole. Noi non useremo questa distinzione essendo più dell'avviso di presentare l'IA in modo articolato e differenziato, seguendo anche una linea storica. L'appellativo forte si presenterebbe nei casi eventuali nei quali una macchina, per via di una automazione costruita a priori, opera da sola non lasciando prevalere il volere o la guida di una eventuale componente umana.

Il concetto di IA è complesso, la macchina più antica è la macchina umana; gli operai che costruivano le piramidi passavano l'intera esistenza in gesti ripetitivi che preludevano quasi alle catene di montaggio del più vicino passato. I singoli operavano automaticamente alla luce di un progetto generale di un architetto, di un monarca di un super manager che per loro aveva lo stesso senso di un demiurgo terreno (o di un Dio in terra).

L'I.A. (debole) si può osservare in esoscheletri che vanno dal trattore alle macchine tessili, dai programmi informatici che operano in automatico (ad.esempio traduzioni e quant'altro) ma anche in macchine che simulano l'uomo. Tali macchine non sono moderne, nascono come "*finti umani animati meccanicamente*" con meccanismi simili a quelli degli orologi, meccanismi che servivano a far muovere, suonare, cantare ecc (VOL.1), come gli attori costruiti da Gerone nell'antica Roma, precursori degli attori meccanici del cinema di 30 anni fa (di Rambaldi e company) oggi ampiamente sostituiti da attori prodotti artificialmente in modo virtuale al computer mediante programmi. Da questo punto di vista ci chiediamo se anche attori come quelli che vivono in strutture come Second Life non possono in un certo senso essere considerati attori artificiali in mondi paralleli ai nostri. Non sappiamo se è proprio così ma in questo esame critico epistemologico dell'IA noi riteniamo di dover porre questi interrogativi e concludere che forse è ancora prematuro definire completamente cosa significhi l'Intelligenza Artificiale.

CAPITOLO 1

EPISTEMOLOGIA ED EPISTEMOLOGIA DELL'INFORMATICA

1.1. Introduzione all'epistemologia e l'epistemologia dell'informatica

L'obiettivo di questo paragrafo è indicare quelli che oggi si considerano i modelli e i paradigmi maggiormente in uso nell'epistemologia.

Il termine "epistemologia" deriva dal greco *episteme* che significa scienza, conoscenza e *logos* che significa parola, discorso. Quindi una prima definizione di epistemologia può essere: quella branca della filosofia che si occupa delle condizioni sotto le quali si può avere conoscenza scientifica e dei metodi per raggiungere tale conoscenza.

Siamo, quindi, nell'ottica di compiere quella che solitamente si chiama una *meta-riflessione* sui principi costitutivi di una scienza, quale che essa sia e prescindendo dai contenuti di dettaglio.

Le origini dell'epistemologia, si possono far risalire ai tempi dei filosofi presocratici, in quanto già costoro si ponevano, anche se in maniera non del tutto chiara, il problema della conoscenza. Di conseguenza questa affermazione può far dedurre che la nascita della vera e propria epistemologia è posteriore alla nascita delle scienze, tanto che tale materia viene spesso inquadrata come una ricostruzione del metodo usato dagli scienziati nelle loro indagini sulla conoscenza.

È importante non confondere l'epistemologia con la "gnoseologia" (dal greco *gnosis* che significa conoscenza e *logos* che significa discorso), infatti mentre quest'ultima è più vicina alla filosofia classica ed esamina i problemi *a priori* della conoscenza in ambito universale, l'epistemologia si interessa della conoscenza intesa come esperienza scientifica o scienza ed è, di conseguenza, volta a studiare i metodi e le condizioni della conoscenza.

Un errore che spesso viene commesso è quello di utilizzare il termine inglese *epistemology* come traduzione diretta di epistemologia, in realtà tale termine nei paesi di lingua inglese, assume il significato di gnoseologia.

In altre parole, se si ha una scienza e ne voglio analizzare gli elementi costitutivi, se si ricercano i principi costitutivi e le regole che contribuiscono a movimentare l'intera scienza, così che da essa ne possano discendere o sono discese una certa varietà di campi applicativi, dobbiamo metterci nell'ottica di coloro che della disciplina esaminano le "costituzioni", divenendo noi quindi i "costituzionalisti" nel campo della riflessione metodologica.

L'epistemologia, nella concezione attuale, si ritiene che si occupi di tre grandi campi: a) epistemologia delle scienze formali; b) epistemologia delle scienze naturali; c) epistemologia delle scienze sociali e umane.

Su questi tre campi generali si sono effettuate delle specializzazioni ed infatti nell'ambito della epistemologia delle scienze formali, anche da un punto di vista accademico, vi è chi si occupa di *epistemologia della matematica*, chi invece si occupa di *epistemologia della fisica*; in particolare è nella *crisi dei fondamenti* che si può maggiormente vedere la capacità dell'epistemologo a ritrovare le basi fondamentali del ricostruire. Ad esempio se nel caso dell'*epistemologia della matematica*, vengono analizzate la crisi dei fondamenti, la geometria non euclidea e magari altre geometrie note solamente agli addetti al settore, al contrario, nel caso della *epistemologia della logica* si studiano le logiche polivalenti e nella *epistemologia della fisica* viene esaminato il momento di crisi che ha segnato il passaggio dalla meccanicistica alla fisica quantistica.

Esiste dunque un'*epistemologia delle scienze formali*, che noi conosciamo meglio come *logica*. In essa sono espletate tutte le attività che si connettono con l'analisi dei fondamenti della matematica, dei principi della logica e della teoria delle dimostrazioni ecc. Il discorso, la meta-riflessione viene compiuta ritenendo che l'oggetto epistemologico, in tal caso, sia la scienza formale.

Poco diremo della *epistemologia delle scienze naturali*, che forse oggi dovrebbe fortemente connettersi con l'epistemologia delle scienze sociali per meglio comprendere la rivoluzione in atto in termini dell'osservare, in modo maturo e consapevole, l'ambiente e il territorio, i vari mutui rapporti per gestire il benessere e la distribuzione delle risorse, accanto allo smaltimento dei rifiuti e alla purificazione dell'ambiente, alle modificazioni genetiche, alla procreazione assistita, alla clonazione, alla globalizzazione,. Tutte problematiche che vanno fortemente a connettersi con le argomentazioni di studio sull'etica che sembra oramai campo da riscoprire e valorizzare per iniziare una lotta futura che ci conduca alla gestione di un mondo migliore.

Nel campo della *epistemologia delle scienze sociali e umane*, il cui centro d'interesse è il trionfo mente, natura e cultura, un momento significativo è stato attraversato quando è avvenuto il grande passaggio, caratterizzato dallo studio delle leggi di sviluppo, dalla cosiddetta *età dei positivisti* a quella visione odierna che viene indicata nella attuale *teoria dell'azione sociale* nella quale osserviamo l'attore ed il suo contesto.

Costruire una epistemologia dell'informatica cosa significa? Del termine vogliamo dare una interpretazione, forse non universale, ma che esprima il nostro punto di vista.

Leggere epistemologicamente l'informatica significa osservare la disciplina da varie angolazioni:

a) la disciplina nei suoi aspetti fondazionali e logico-formali; b) la disciplina nei suoi aspetti di interazione con il sociale; c) la disciplina nei suoi aspetti applicativi e di uso quotidiano: d) **la disciplina nelle sue prospettive future in buona parte connesse agli studi sull'intelligenza artificiale. (...)**

Sembra così che la disciplina si muova, nei confronti di tutte le altre, in un modo se si vuole trasversale.

Una visione epistemologica dell'informatica dà luogo ad una disciplina che osserva l'informatica da un punto esterno alla disciplina stessa e, come abbiamo detto, nelle sue interconnessioni con le altre materie: in particolare con la matematica e la logica, la fisica, la medicina, le scienze applicate, in genere, ma anche con le scienze politiche e sociali, ponendo l'accento sui molteplici paradigmi che in essa si evidenziano. Va rilevato che nessun'altra disciplina ha avuto connessioni e invadenze così ampie come quelle prodotte nel settore dell'informatica, al punto che lo scenario che emerge è molto diverso da quello che ci appare negli altri settori di studi epistemologici.

Solo ora possiamo farci alcune domande: qual è l'aiuto della meta-riflessione epistemologica sulla scienza? Com'è avvenuto questo passaggio ? Quali sono i criteri che lo fondano?

E' innegabile che quando si conoscono maggiormente i criteri su cui si fondano i principi di giustificazione dell'oggetto, si conosce anche qualcosa di più sul come adoperare l'oggetto stesso, sul come correggerlo ed integrarlo, in sostanza si arriva a comprenderne sia i limiti che le possibilità.

Ad esempio Kurt Gödel enunciò il teorema dell'incompletezza dei sistemi ipotetico-deduttivi, nel quale teorema si afferma che all'interno di un sistema razionale ci sono delle proposizioni indecidibili. Questo significa che la matematica non si giustifica, cioè non giustifica la sua autocontraddittorietà, la sua completezza, la sua deducibilità per intero, dai suoi assiomi e teoremi, e questo perché con i soli mezzi offerti dal sistema non si può affrontare l'esame delle proposizioni indecidibili. La "prova di Gödel" potrebbe far pensare ad un fallimento totale delle scienze formali, invece essa ci conduce ad un atteggiamento nuovo, alla consapevolezza del possedere una potenza incredibile, potenza del comprendere *i limiti entro i quali pensiamo*, comparandoli ai *limiti entro i quali non pensiamo*. Con un linguaggio figurato, ma notevolmente espressivo, posso dire che in un sistema razionale posso compiere nuove operazioni: intanto

posso “vaccinarmi” dalle proposizioni indecidibili, eliminandole dalle mie considerazioni e mettendole come dire in “quarantena” oppure le posso sfruttare ponendomi come un osservatore dall’esterno del sistema.

Tipico è l’esempio della non contraddittorietà della geometria. Le geometrie non euclidee si costruiscono con modelli euclidei all’interno della euclidea e la loro non contraddittorietà è stabilita mediante un “vaccino: *le geometrie non euclidee sono non contraddittorie se lo è la geometria euclidea*. La geometria euclidea, tramite l’ausilio delle coordinate cartesiane rese molto agibili da Gaspard Monge che ne ha dato l’attuale sistemazione, giocano anche loro un ruolo di riporto (si riesce a dimostrare la non contraddittorietà della geometria euclidea dimostrandola sui numeri reali, sfruttando quindi le relazioni che i vari matematici sono riusciti ad instaurare tra tale geometria ed i numeri reali): *le geometrie euclidee sono non contraddittorie se lo è la teoria dei numeri reali* questi a loro volta si riconducono allo studio della non contraddittorietà rispettiva dei numeri razionali, numeri interi, numeri naturali. Occorre quindi fermarsi con l’assiomatica di Peano? Questa deve essere esaminata? È necessario continuare con la Teoria di Russell, con lo studio della cardinalità ed infine è opportuno ricondurre il tutto alla insidiosa Teoria degli Insiemi “non ingenui”? Questi sono i nostri campi d’indagine, i campi di approfondimento, i limiti della teoria.

L’aspetto pratico: ma allora la matematica è minata? Non è questo il problema, un atto di fede sulla non contraddittorietà dei numeri naturali, se si vuole un’ipotesi di lavoro, lascia vivere al matematico la sua vita di calcolo, gli lascia intatti i suoi teoremi che può vivere in un imperfetto ma ordinato sistema ipotetico-deduttivo o in un imprecisato momento intuizionista. L’importante, da un punto di vista epistemologico è la coscienza dei limiti delle sue teorie, del suo agire, del senso dei suoi teoremi, esso deve essere pronto ad accettare la critica e la revisione che da quella via gli possa giungere, pronto a non ricadere in un oscurantista “ipse dixit”.

Così quando si è davanti ad un ordinato sistema razionale ai fini della coerenza e per gestire l’incompletezza si fuoriesce dal sistema, essendo questa l’unica alternativa che conosciamo, all’emergenza del rimanerci imbrigliato. Compiendo questo salto sono condotto a far nascere una teoria “emergentista” del cosiddetto *costruttivismo matematico*. Quello che emerge e che ci piace far notare è questo atteggiamento al quale ci leghiamo tutte le volte che andiamo a chiudere un campo in verità, nel chiuderlo noi lasciamo aperta una porta, attraverso la quale passiamo ad un altro campo di verità che si connette ed esalta il precedente, vive di luce propria ed opera profonde sinergie. Del resto questo è l’assetto generale della riflessione meta-filosofica. È stato proprio Kant che ci ha dato i limiti della conoscenza umana, ma in effetti nel dare questi limiti ha indicato esattamente fino a che punto e come la mente funziona, cioè ha assegnato le categorie dello spazio e del tempo. Il vantaggio della meta-riflessione di ciò che si fa in un modo intuitivo, spontaneo e a volte automatico viene in tal modo regolamentato entro ben precisi *criteri di validità*.

Si parla precisamente di criteri di *validazione* e *giustificazione*. Noi non abbiamo una macchina (deduttiva) per fare la ricerca scientifica. Tale macchina teorica fu sognata da Leibnitz e prima di lui da Raimondo Lullo, ma non fu nemmeno costruita da Alan Turing. Così la ricerca scientifica avviene con una certa casualità, ed è giusto che sia così, sposando intuizioni e necessità. La scoperta scientifica avviene così in una maniera da taluni giudicata errabonda e disordinata. Una volta ottenuti i risultati nasce un passo successivo, quello della necessità di giustificarli ed è in questa fase che emerge anche il concetto di rigore scientifico. È come nel problema del legislatore nel senso che le leggi si fanno quando emerge una necessità, cioè le leggi ben raramente sono frutto di deduzioni. In un secondo momento ci si pone il problema di esaminare se una data legge è costituzionalmente coerente, così come avendo delle ricerche particolari che danno dei risultati su di essi costruiamo un paradigma, relativo a quella scienza, in pratica un criterio generativo.

Se pensiamo all'esperimento di Galileo Galilei, quello famoso delle biglie sul piano inclinato, siamo indotti a notare che Galileo ha dedotto un paradigma meccanicistico¹ ed ha formulato un criterio esportabile in altre discipline, tant'è che perfino in biologia, oggi, andiamo ad affrontare dei problemi come la circolazione del sangue, con un approccio meccanicistico, esportando quel paradigma da un settore ad un altro completamente diverso.

Quindi ciò che è espandibile è solo un criterio *generativo* di una ricerca particolare, criterio che diventa un paradigma solo quando ne abbiamo dato una piena giustificazione epistemologica. Ciò significa che dal criterio generativo abbiamo enucleato i criteri generali ed i principi fondazionali che lo governano, principi che siamo in grado di trapiantare altrove, sapendone la validità ed i limiti.

Questa è la funzione dell'epistemologia. La meta-riflessione non necessita di indagini costumi in grande profondità perché la meccanicizzazione del processo non si riproduce mai allo stesso modo, mai uguale due volte. Dunque il principio da enucleare deve essere sufficientemente largo (non a caso lo si chiama principio) in modo da contenere potenzialmente tutte le novità, ma senza tanto dettaglio da impedirne l'espansione. E' il principio del bravo costituzionalista che immette una possibilità generativa nel sistema; la logica è che i legislatori futuri abbiano accesso pieno ai principi che il legislatore ha enunciato oggi, e quando invece questo accesso sia superato, obsoleto, differemente ripresentato, occorre operare un cambio di paradigma: in altre parole si rinnova la Costituzione. Questa operazione viene indicata come il *salto* epistemologico, che i francesi chiamano la *coupe epistemologique*, cioè il taglio epistemologico. E di taglio in taglio si costruisce un nuovo ambiente epistemologico nel quale osservare il fenomeno o elaborare la teoria.

Ci piace rimarcare che l'epistemologia non è un'attività che può essere fatta da studiosi che non abbiano ampiamente operato o da ricercatori nei campi ove operano. In altre parole ogni ricercatore, una volta raggiunta la maturità di conoscenza in una determinata ampia ricerca sarebbe bene conducesse da sé la sua corretta indagine epistemologica, essendo ampio conoscitore delle metodologie e delle tecniche usate nei dettagli di quel sapere e quindi il candidato più idoneo, avendo anche le ulteriori conoscenze epistemologiche, ad operare una sana e costruttiva meta-riflessione.

Può capitare naturalmente che studiosi che non si siano dedicati a specifici campi di pertinenza siano talmente abili e sensibili da osservare ricerche altrui e darne una correttissima visione e analisi epistemologica. Tuttavia notiamo che molti grandi della storia delle scienze sono stati epistemologi e scienziati sono stati innovatori delle teorie scientifiche, proprio perché sono stati ottimi analizzatori dei limiti e degli sviluppi delle loro aree di afferenza.

Da questo punto di vista l'epistemologia ci appare come un momento di bilancio dei risultati ottenuti, nel quale lo scienziato, confrontandosi con l'intero mondo della scienza, prende reale consapevolezza di quello che fa. Per questa via, dunque, la particolare scoperta scientifica, nella realtà legata a fatti concreti, si inserisce nello scibile umano e ne nasce una corretta interpretazione della scoperta stessa, dei suoi limiti e della sua portata.

Riassumendo in modo sintetico quanto detto, può dirsi che l'epistemologia: tende ad elaborare ed esportare i metodi di prova; induce a perfezionare e dare rigore ai metodi di giustificazione; acuisce ed affina i metodi di interpretazione.

In conclusione tende ad enunciare i criteri generali per la validità ed i limiti del risultato scientifico ottenuto ed inquadrato in un modello generale che costituisce il *paradigma*.

Nel 1929 si ufficializza la nascita di un importante movimento culturale rinnovatore su alcune correnti di pensiero filosofico che furono dette *Neopositivismo o Empirismo Logico*. Il movimento nacque ad opera di un gruppo che si chiamò *Circolo di Vienn* e che elaborò un suo manifesto. Di esso fecero parte il fisico Moritz Schlick, i matematici Hans Hahn e Kurt Reidemeister, Victor Kraft, il logico Rudolph Carnap (1891-1970), l'eminente sociologo Otto Neurath (1882-1945), il fisico viennese Philipp Frank (1884-1966), il filosofo Gustav Bergmann (1906-).

¹ Vedi Appendice 1.3. Il meccanicismo e il paradigma meccanicistico.

La denominazione *Circolo di Vienna* non è una denominazione geografica, ma esprime il fatto che proprio in Austria e in quel momento si trovò nel Circolo una concentrazione giusta di personaggi che ebbero un atteggiamento costruttivo e radicalizzato nei confronti dell'empirismo, senza per questo dimenticare che se anche l'empirismo è importante, nel più delle discipline, vi sono campi dove può anche non essere così.

Il Circolo di Vienna fonda il suo sviluppo, la sua epistemologia, su poche idee fondamentali che trovano la loro massima espressione nel cosiddetto "trattato di Wittgenstein". Tuttavia molti rappresentanti del Circolo, dopo l'occupazione nazista, preferirono riparare negli Stati Uniti, (Bergmann, Borris, Carnap, Hempel e Frank nel 1938) dove fondarono il *Circolo di Chicago*.

In questo contesto emerge dunque la figura del filosofo viennese Ludwig Joseph Wittgenstein (1889-1951), che esordì giovanissimo come autore del *Tractatus logico-philosophicus*, che ebbe una profonda influenza sul positivismo logico e sul Circolo di Vienna. Nel suo primo periodo di pensiero filosofico, Wittgenstein, come emerge dal *Tractatus*, sviluppa l'esame di un realismo empiristico che ammette l'esistenza di un mondo esterno nel quale si muovono gli eventi sotto rappresentazione logica, mentre enuncia la negazione totale della metafisica e più in generale della filosofia. Successivamente Wittgenstein è affascinato dallo studio di una possibilità di un linguaggio ideale cercando di individuare i problemi filosofici, le difficoltà e principalmente le ambiguità insite nel linguaggio stesso. Tali questioni, ovviamente ben si connettono con lo studio dei linguaggi dell'Informatica con i quali il mondo si è dovuto confrontare e si confronterà sempre più nel futuro. E' ben noto che ebbe, da questo punto di vista, contatti con il filosofo matematico inglese Sir Bertrand Russell (1872-1970), al tempo che questi aveva già scritto i *Principia matematica* (1910-13).

Quindi a Vienna si consolida il gruppo dei *neopositivisti* sulla svolta dell'epistemologia convenzionalistica dell'800, determinata dall'avvento delle geometrie non euclidee, con l'introduzione delle quali si era capito che il mondo geometrico non era un mondo reale, ma un mondo fortemente connesso con le convenzioni di partenza.

I neo-positivisti a differenza dei loro diretti ispiratori, presentano un approccio diverso nei confronti della verità di base di una teoria. Per i *positivisti* come Auguste Comte (1798-1857), John Stuart Mills (1806-1873), Herbert Spencer (1820-1903), Ernst Mach (1838-1916), si ha un ampio rinnovamento per via dell'inserimento di un nuovo strumento dell'analisi logico-linguistica. Tale strumento non era in uso presso i positivisti dell'ottocento, possedendo costoro solo il culto della riprova empirica. Per tale motivo il neopositivismo è chiamato anche empirismo logico, in quanto mette insieme i fatti e la struttura logico-linguistica per poi passare all'interpretazione. Questa fase del neopositivismo, detta *ortodossa*, ha una breve vita di circa dieci anni.

Negli anni Trenta lo stesso Carnap, unitamente ad Hempel e Popper, critica il periodo precedente conservando però dello stesso l'intera ossatura. Tale fase è spesso ricordata come "la fase liberalizzata del neopositivismo". Il termine "liberalizzata" indica che i vincoli, indubbiamente abbastanza rigidi, erano stati ampiamente rivisti.

Da un punto di vista storico, lungo il corso del '900, l'epistemologia ha attraversato tre fasi. Per meglio comprenderne gli aspetti fondamentali, va rimarcato come ogni fase abbia, ad essa associato, un nome principale, quello dello studioso più rappresentativo della epistemologia del periodo.

Nella *prima fase* lo studioso di rilievo è Rudolph Carnap, logico eccezionale che ha scritto la sintassi logica del linguaggio, un'opera, in sostanza, di logica simbolica al massimo livello.

Carnap centra la sua riflessione sul fatto che nella struttura epistemologica della scienza vige il principio di riduzione teorico-empirico. Detto in breve, una affermazione della scienza è un enunciato linguistico-teorico a cui corrispondono dei fatti. Ricordando che l'empirismo logico è giustificato con metodi logico-linguistici, vediamo che la riduzione avviene con una specie di principio simile a quello di sostituzione. Ciò significa che nel momento in cui ho una teoria posso ridurla via via a dei termini *primitivi* i quali hanno una corrispondenza fenomenica diretta con quelli *osservativi*.

Dai concetti primitivi per deduzione si costruisce un albero genealogico dei concetti, entro cui dalla combinazione dei primitivi ottengo i termini complessi, che in tal modo possono essere sempre ridotti ai primitivi. Lo stesso Carnap scoprì, aiutato da Brighman, che non era possibile la riduzione integrale.

Ad esempio il termine “tavolo” sarebbe definito nominalmente come termine grammaticale che indica un certo specifico mobile della casa, ma se noi, per il momento, escludiamo il riferimento empirico e tentiamo di darne una definizione per astrazione dobbiamo in un certo qual senso individuarne una caratteristica generale che ci permetta di dire quando differenti oggetti possano essere la rappresentazione dell’oggetto astratto “tavolo”.

Per fare questo occorre individuare una relazione di equivalenza che ripartisca l’universo degli oggetti in tavoli e non tavoli, ad esempio potremmo dire che l’oggetto deve avere un piano solido di misure approssimative come larghezza, tot per tot, altezza, da tot a tot etc. Se i limiti sono ben studiati prenderemmo parecchi tavoli ma non quelli a tre piedi ad esempio. In definitiva “tavolo” sarebbe una classe di termini estremamente vasta (da pensarsi come illimitata), certamente aperta, in avanti come potenziale di assunzione di tutte le rappresentazioni empiriche escluse e che vogliamo includere a posteriori (l’esempio di ragionamento fin qui mostrato viene oggi utilizzato dagli ingegneri del software in fase di progettazione. Tuttavia appare chiara che l’apertura in avanti rimane, cioè non può essere chiusa, dato che possono aversi contro-esempi immediati. Non così è ad esempio nella definizione di cardinalità data da Russell, come il “quid di astratto” che compete a classi di insiemi tra loro equipotenti.

Una dimostrazione fu proposta da Wittgenstein, che osservò come nelle designazioni nominali della scienza succede qualcosa di analogo a quanto accade nelle illusioni percettive (se si vedono delle brocche a due facce è possibile vedere o solo le due facce o solo la brocca). Così nella scienza se io ho un “bastone” posso chiamarlo “bastone da passeggio” o “arma impropria” per i tafferugli di piazza. Quindi è evidente che non è possibile, per gli oggetti reali, una riduzione degli osservativi a teorici oggetti dell’astrazione. Da ciò segue, come rimarcato anche da Popper, che in ogni osservazione, sia pure di un oggetto, nasce una teoria. Infatti ogni termine singolare che osserviamo in una definizione nominale e grammaticale nasconde in sé un intero schema universale, schema peraltro aperto e con potenziale estensione da considerarsi illimitata. Per questa via è possibile riconoscere, come elementi di una classe nota, anche oggetti ignoti a priori. Detto in breve, da un punto di vista astratto non è il concetto di tavolo che si individua ma quello di “tavolinità”, idea apparsa tra le righe anche in Platone. La tavolinità in occasione di incontro con quel tavolo empirico non incluso, può riconoscerlo includendolo, operando nella direzione della saturazione delle variabili e non creando una costruzione come quando si opera con astratto su astratto (forma di una figura, direzione di una retta, estensione di una figura, cardinalità di un numero sono, ad esempio, costruzioni).

Questa illimitatezza delle aperture, delle definizioni nominali, degli oggetti concreti fu uno dei motivi che giustificò l’innesto della fase liberalizzata, il cui maggior esponente fu proprio Carl Gustav Hempel.

Questa *seconda fase* è fortemente caratterizzata dall’uso della cosiddetta *rete di Hempel*. La *rete teorica di Hempel* si connette all’idea della *falsificazione di Popper*, la cui idea si riassume nel motto: *la scienza afferma in quanto nega*.

Comprendere il motto sopra riportato è semplice. Quando introduciamo una legge scientifica, noi affermiamo alcune regolarità ma contestualmente andiamo a negare alcune possibilità. Ne segue che spesso una comprova empirica viene data da un’inclusione che la conferma, ma parimenti da una falsificazione, con la differenza che la falsificazione è illimitata.

Ad esempio quando diciamo che il topo è un mammifero intendiamo dire che la classe dei topi è inclusa nella classe dei mammiferi; contemporaneamente affermiamo che non tutti gli altri mammiferi sono topo. L’inclusione (dei topi nei mammiferi) è contemporaneamente un’esclusione (della maggior parte dei mammiferi dai topi), ossia la verità della circoscrizione è anche, per conferma, una falsificazione che la mente umana fa automaticamente.

Dal punto di vista dell'analisi scientifica per l'esclusione di quello che non è, si deve fare una descrizione puntuale così da delimitare l'ambito di non validità. Quindi anziché elencare o caratterizzare tutti i casi che non si verificano, si può dare la linea di demarcazione oltre cui cade tutto quello che non è. Quindi la vera riprova è la falsificazione e non la conferma. Dove si hanno sempre conferme nascono le tautologie, in quanto si ripropone l'affermazione di quello che si è posto. Invece si ha scienza quando è possibile riconoscere il vero da quello che è falsificabile, cioè deve essere possibile dire a quali condizioni un certo evento non si verifica.

Deve esserci - dice Hempel - un punto di falsificazione. Hempel conclude dicendo che il rapporto tra teorico ed empirico è fatto nel seguente modo: una grande rete galleggia sull'empirico costituita da nodi e legami fra di essi. I nodi rappresentano i termini tecnici della scienza (massa, tempo, velocità, ecc.), i legami rappresentano le definizioni e le relazioni costanti. Da qualche parte della rete pende un filo che si collega all'empirico. Questo è il principio di connessione indiretta. La riduzione dei neopositivisti che doveva essere diretta, avviene, invece, in modo indiretto. Questo filo non è attaccato né ai nodi né ai legami ma è attaccato a caso. Ora quando un singolo nodo, cioè un termine, viene legato con una relazione ad un altro nodo, cioè si ha una regolarità, in effetti si sta mettendo alla prova la coerenza dell'intera rete con una posizione limitata. Questa si chiama sperimentazione *olistica*, cioè non si mette alla prova la propria teoria ma bensì l'intero paradigma con tutte le teorie in esso inglobate.

Compreso tale meccanismo in cui c'è ambiguità ed ambivalenza, nel quale uno stesso oggetto empirico può fungere, mediante la sua classe di equivalenza, come una molteplicità di oggetti scientifici distinguendo "cosa" (concreta) da "oggetto" (astratto)², è come se avessimo una matrice da cui si ricavi tutto e dove ancora si può vedere una varietà di cose. Questo lascia trasparire la complessità e la polivalenza e la circostanza di come la scienza, essendo selettiva, ha la capacità di destrutturare e poi ricostruire il reale.

La *terza fase* è individuata negli anni Ottanta, esattamente a partire dal 1972, quando Thomas Samuel Kuhn, con le *Strutture delle Rivoluzioni Scientifiche*, Imre Lakatos, Paul Karl Feyerabend e tanti altri, aprono la via dell'*Epistemologia storica* che esprime la sua piena validità ancora tutt'oggi. Nasce quindi l'Epistemologia storica ed in particolare Kuhn, che ha studiato il passaggio dalla fisica meccanicistica a quella relativistica, e scopre l'incommensurabilità dei paradigmi. Si chiama Epistemologia storica perché bisogna commisurare nella trasformazione storica.

Ci si può chiedere a questo punto se sia possibile che le teorie scientifiche siano incommensurabili. Ebbene sì. Ad esempio non è vero che Einstein ha perfezionato ed integrato le teorie di Newton perché la teoria di Newton è valida in un campo più piccolo di quello di Einstein, in quanto non descrive il campo dei corpi con velocità v pari alla velocità della luce e quindi Einstein ha introdotto delle variabili che completano queste lacune newtoniane. Ebbene no. Newton e Einstein differiscono notevolmente nelle loro teorie perché il primo indicava la massa $m = cost$ mentre il secondo ha introdotto il concetto di massa variabile e trasformabile in energia. Si è fatto quindi un salto di paradigma incommensurabile. E' come dire di fare lo psicologo entro l'orbita di Jung oppure entro quella di Freud, in tal caso sono stati indossati due occhiali incommensurabili.

Nella fisica deterministica è inconcepibile il salto d'orbita dell'elettrone. Tutto questo lascia immaginare un mondo costituito a carciofo in cui nei vari strati vigono sistemi di regolarità di linguaggi scientifici incommensurabili e non cumulativi. Questo si chiama *Contingenza delle leggi della natura*.

Quindi Kuhn nell'ambito della giustificabilità del problema scientifico ha introdotto la cumulatività entro il paradigma e l'incommensurabilità fuori il paradigma sapendo che ogni ricercatore lavora con paradigmi fra loro incommensurabili.

² *Objectum* = cosa che risponde ad una legge, ad una definizione; *cosa* = entità indeterminata nella definizione ma individuata percettivamente come cosa uguale per tutti.

L'incommensurabilità è il disconoscimento di legittimità giustificativa perché ogni giustificazione è interna al paradigma, il che significa che non esiste un unico metodo della scienza ma esistono tanti metodi quanti sono i paradigmi. Avendo quindi individuato la discontinuità teorica, l'unica che può salvare una relativa continuità e coerenza della scienza è la traccia dell'unità storica. Ecco perché occorre un'epistemologia storica, non riuscendoci nell'interno della scienza, si deve recuperare nella dinamica storica le diversità delle scienze.

Cos'è, dunque, l'Epistemologia? L'Epistemologia è la riflessione di grado due sulla produzione scientifica di grado uno. Cioè facendo una ricerca scientifica sia occasionale, sia meditata o pianificata e ottenendo un risultato, per vedere come lo interpreto, lo giustifico, lo registro devo trovare il metodo che deve essere designato in senso lato cioè i principi di giustificazione, i principi di costituzionalità ovvero lo statuto epistemologico. Dato quello, si trova il metodo, i criteri di legittimazione, le possibilità ed i limiti. Conoscendo le possibilità ed i limiti, il vantaggio è la possibilità di sapere la valenza entro cui si applica o non si riapplica, si interpreta in quel modo o in quell'altro. Quindi, riepilogando: prima fase: *principio di riduzione*; seconda fase: *principio della rete indiretta*, cioè l'empirismo allargato; terza fase: *empirismo incommensurabile* e tendenzialmente anarchico.

Alla luce di ciò, ogni ricerca si porta dietro il suo metodo e quindi bisognerebbe analizzare metodi non universali. Ricordiamo ancora che i campi di applicazione dell'epistemologia sono tre: scienze formali, naturali e sociali. Ricordiamo ancora che molti tentativi sono stati fatti per tentare delle vie fusionistiche tra mondo umanistico e mondo scientifico.

Il mondo scientifico sempre relegato a disciplina di servizio subì vari mutamenti proprio nel XX secolo. A quanto detto si può collegare l'idea di Benedetto Croce (1866-1952) che parte sostanzialmente dall'idealismo di Johann Gottlieb Fichte (1762- 1814) ed G. W. Friedrich Hegel (1779-1831) e passando attraverso il positivismo conduce a quella corrente che è stata detta del neo-idealismo. Croce distingue due forme teoriche come presenti nella conoscenza: l'*intuizione* (che non è esattamente quella che abbiamo chiamato emergenza, ma sta forse per creatività progettuale nel complesso) che dà luogo all'arte e i *concetti* che costituiscono la parte filosofica. Croce riconosce due forme di elaborazione pratica o se vogliamo due metodiche della conoscenza: la formazione di *pseudoconcetti empirici* e classificatori (concetti, non universali tipici delle Scienze Naturali) e la formazione di *pseudoconcetti astratti* numerativi e misurativi (universali, non concreti come quelli delle Matematiche)³. Ancora, secondo Croce i concetti matematici non hanno una realtà concreta. Un pensiero che nulla abbia di reale non sarebbe un concetto, ma una funzione concettuale. Un triangolo non serve alla fantasia e nemmeno al pensiero, ma al misuratore di un campo. Secondo Croce dunque, la Matematica andrebbe respinta dal mondo dell'arte e della filosofia, per essere relegata nella sfera delle attività pratiche. Tuttavia Croce finisce per ammettere la Matematica nel pensiero teoretico in quanto presente nella storia dell'uomo, almeno in quanto disciplina dell'utile.

Complesso ed interessante, in ambito filosofico, è il raffronto che può essere fatto tra la scienza filosofica e il sapere umanistico allora che lo si confronti con il rigore matematico. Dice Gian Carlo Rota "(...) ipnotizzato dal successo della matematica, il filosofo resta vittima del pregiudizio che sia quello l'unico rigore possibile, e che la filosofia non possa far altro che imitarlo (...)".

Pericolosa era soprattutto la convinzione che quella fosse anzi la sola filosofia, costruita una volta per tutte, senza riguardo per la storia del pensiero. Questo poteva sembrare una sonante vittoria della matematica sulla filosofia: in effetti, si trattava di una sconfitta di entrambe: per la filosofia, che avrebbe perso la sua libertà, il suo diritto di

³ La sintesi della visione razionale della matematica e della logica è nella frase provocatrice di Bertrand Russell: "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 ("vero" significa solo, nelle teorie razionali, "deducibile dalle premesse") o falso".

investigare sul pensiero ma anche per la matematica che avrebbe perso un interlocutore stimolante e la fonte di inesauribili motivazioni. Inoltre, era convinzione corrente nell'ambito neopositivista che l'unica metodologia ammessa in matematica fosse quella assiomatica: i postulati sarebbero arbitrari e quindi la matematica non sarebbe altro che un sistema di tautologie. Queste correnti guadagnarono importanza allorché i loro fondatori, in massima parte austriaci e tedeschi (il Circolo di Vienna), ripararono, con l'avvento del nazismo, nei paesi anglosassoni: lì trovarono un'atmosfera culturale particolarmente ricettiva e si svilupparono nuove scuole.

C'erano voci controcorrente: per esempio, quelle di Gaston Bachelard (1884-1962) e di Ferdinand Gonseth (1890-1975) ma essi potevano sembrare sostenitori di posizioni ormai superate. Fu invece determinante l'entrata in scena di Karl Popper (1902-1994). Considerato all'inizio vicino al Circolo di Vienna, se ne distaccò ben presto. In sintesi, possiamo dire che, a proposito del classico dilemma fra "scienza sicura" e scetticismo, Popper sceglie, come Enriques, Bachelard e Gonseth, la "terza via": la scienza è un continuo progredire, è una costruzione sempre rinnovata. Una delle sue caratteristiche più importanti è di aver combattuto il neopositivismo anche con le sue stesse armi e di essersi battuto contemporaneamente (per esempio) contro Wittgenstein, che negava l'esistenza di problemi filosofici, e contro la filosofia come di solito insegnata nelle nostre università, vale a dire senza collegamenti con problemi reali, soprattutto quelli suggeriti dalla scienza.

Con la sua "filosofia critica", Popper sostenne l'idea che la scienza è *sempre* una impresa critica che mette in discussione se stessa; una teoria è scientifica nella misura in cui si espone, progredendo, a ulteriori controlli, che potrebbero portare a una sua falsificazione. Kuhn dimostrò nel 1962 che questo è vero solo in certi periodi di "scienza rivoluzionaria", mentre la maggior parte degli scienziati svolge il proprio lavoro in un contesto di "scienza normale".

Tuttavia, queste ricerche riguardavano le scienze sperimentali, soprattutto la fisica; si allargava così la forbice tra filosofia delle scienze e filosofia della matematica. Del resto, anche Bachelard spesso si preoccupava di segnalare un distacco fra di esse, per esempio quando affermava che lo sviluppo della matematica non ha incontrato "ostacoli epistemologici".

E qui che si inserisce Imre Lakatos (1922-1974). Rifugiatosi dalla natia Ungheria a Londra, e approdato alla "School of Economics" dove insegnava Popper, si lancia nell'impresa di portare le idee di Popper nella riflessione sulla matematica. In questo si ricollega (quasi sicuramente, senza esserne al corrente) al pensiero di Enriques e di Gonseth: ma questo non incide sull'originalità delle sue idee (Enriques e Gonseth erano interessati soprattutto alla geometria, Lakatos alla logica). L'idea centrale è la fallibilità della matematica: per Lakatos, essa è "quasi empirica" (di qui anche un riavvicinamento tra filosofia delle scienze sperimentali e filosofia della matematica): i potenziali falsificatori di una teoria assiomatizzata sono i "fatti" delle teorie informali dalle quali quella ha preso le mosse (1967). Sia Popper e sia Kuhn avevano valorizzato la storia delle scienze sperimentali, così Lakatos valorizza la storia della matematica: essa fornisce esempi concreti di formazione di concetti e di teorie e anche l'approccio empirico all'epistemologia.

Questo intervento è un invito a partecipare a un "programma di ricerca" sull'importanza della matematica nella cultura e questo sia guardando al passato, sia studiando la situazione attuale. Nell'immediato anteguerra, un libro di Enriques ha fatto il punto su matematica e cultura: *Le matematiche nella storia e nella cultura* (1938). Nell'opera sono evidenziate interazioni fra la matematica e le scienze, la tecnica, la filosofia e l'arte, mettendone in rilievo anche gli aspetti storici e psicologici, sono pagine ancor oggi di grande interesse.

Tuttavia, si profilava ormai una tendenza ad allentare queste interazioni soprattutto in Italia, sotto l'influsso del pensiero di Giovanni Gentile, che non solo poneva una barriera fra "scienze" e "umane lettere", ma anche sconsigliava agli scienziati di interessarsi di quello che facevano i colleghi. L'intero mondo culturale si muoveva, lavorava e si era organizzato in questo senso, promuovendo l'incomprensione assoluta fra studiosi di ambiti differenti, incomprensione

che si esasperava allora che il contatto si stabiliva tra uno studioso dell'ambito umanistico con l'altro del fronte tecnico-scientifico o tecnologico.

La seconda guerra mondiale, creò un periodo in cui si consacrò la tecnologia e con essa il trionfo per la scienza e per la tecnica. I prodotti della scienza: il radar, la propulsione a getto, la fissione degli atomi, gli antibiotici e quant'altro ne segnarono la supremazia. Il binomio scienza e tecnica (i cui meriti, da allora sono spesso confusi, ma anche intrecciati tra loro) si prendeva una grossa rivincita sopra la cosiddetta "cultura umanistica".

Anche nel campo della matematica vi erano grandi novità: i primi calcolatori irrompevano prepotentemente sulla scena, costruendo quel ponte diretto fra matematica e tecnica, che fin ad allora aveva avuto come intermediaria la fisica. In questo modo sembrava dopotutto realizzato il principio neoidealista, quasi neo-platonico, contro cui si era aspramente battuto Federico Enriques. Platone collocava la matematica a metà strada tra il mondo sensibile e quello delle idee, il neoidealismo tendeva a collocare la matematica ancora tra questi due mondi della conoscenza e della vita pratica confinandola nel settore dell'utilità (il che evidentemente non si concilia con *l'honneur de l'esprit humain*).

Parallelamente, all'interno della matematica, si affermava la scuola di Bourbaki. Il movimento che è possibile definire come la prima rivoluzione matematica del XX° secolo, iniziatosi negli anni Trenta, con l'obiettivo apparentemente limitato di dare un nuovo taglio ai corsi universitari di analisi. In esso si era andato via via sviluppando un nuovo modo di concepire e di costruire la matematica; per quanto possa essere interessante, fra i suoi principi fondamentali c'era quello di prendere le distanze da "una lunga tradizione" basata su "idee a priori relative alle relazioni della matematica con il mondo esterno e con il mondo del pensiero". In altre parole, si trattava di autofondare la matematica; il piano è contenuto nei "libro primo" degli *Elements de Mathematique*, che si propone di costruire un linguaggio formale nel quale inserire la teoria degli insiemi e l'idea di partire da poche strutture quali quelle algebriche, topologiche e d'ordine per ricostruire assiomaticamente tutto il sapere.

La prova di Gödel doveva riportare questa rivoluzione su nuovi binari, ma forse è la seconda rivoluzione matematica del XX secolo, quella informatica, che riporta in auge quello sperimentalismo che sta vivendo una nuova ed affascinante avventura proprio nell'ambito dell'informatica che, insinuandosi in ogni ramo del sapere, costituisce il collante ideale per una forma di neo-fusionismo.

1.2. Il paradigma dell'abduzione come emergenza di creazione

Il paradigma, nel senso di Kuhn, indica una conquista di tipo scientifico, universalmente accettata nel settore a cui si riferisce, la quale, per un periodo di tempo apprezzabile, fornisce un modello di natura qualsiasi, atto ad inquadrare alcuni problemi ottenendo relative soluzioni, accettabili per coloro che si occupano di quel campo di ricerca⁴.

La paternità del termine "paradigma indiziario" può essere sicuramente attribuita a Carlo Ginzburg, il quale è sicuramente il primo a teorizzare esplicitamente quel metodo che è stato usato, tra il 1874 il 1876, da Giovanni Morelli sotto lo pseudonimo di Ivan Lermolieff⁵ per dare la paternità alle opere d'arte e che gli storici dell'arte chiamano ancora oggi "metodo morelliano".

Morelli, nelle sue opere, inserisce illustrazioni di orecchie e di orecchie, ritenendoli particolari che, in base alle loro peculiarità, possono far risalire ad un determinato artista, così come un criminale, lascia le sue impronte digitali su una

⁴ Cfr. Kuhn, T.S., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1969, (*The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1962), p. 10.

⁵ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, Bompiani, Milano 2004, p. 97.

scena del delitto. Questo paragone ha permesso a Castelnuevo di accostare il metodo indiziario di Morelli al metodo utilizzato da Arthur Conan Doyle nei suoi gialli, dal personaggio creato da lui, Sherlock Holmes⁶, che sulla base di indizi impercettibili ai più, scopre l'autore del delitto, così come Morelli riesce a rintracciare un autore di un quadro, sulla base di particolari minori.

Un altro estimatore del metodo di Morelli è sicuramente Freud, che ne *Il Mosè di Michelangelo*, saggio del 1914, scrive del modo in cui è venuto a conoscenza di Morelli e del suo metodo, paragonando quest'ultimo alle tecniche della psicoanalisi medica, in quanto anche questa “è avvezza a penetrare cose segrete e nascoste in base a elementi poco apprezzati o inavvertiti, ai detriti o rifiuti della nostra osservazione⁷. Ed è proprio la proposta di un metodo basato sugli scarti e sui dati marginali che possono rivelare la chiave per accedere ai prodotti più elevati dello spirito umano, ad attirare Freud⁸. Il *Mosè di Michelangelo*, apparve dapprima anonimo, l'autore ne riconobbe la paternità al momento di includerlo nelle sue opere complete. Questo è un altro punto in comune tra i due, che permette di poter affermare che vi fu un notevole influsso intellettuale esercitato da Morelli su Freud in un periodo pre-datato alla scoperta della psicoanalisi⁹. Inoltre Freud manifestò il suo interesse per le avventure di Sherlock Holmes ad un suo paziente e ad un suo collega, che accostava i metodi della psicoanalisi a quelli dell'investigatore, parlò delle tecniche attributive di Morelli¹⁰.

Si può affermare, a questo punto, che vi è una certa analogia tra i metodi utilizzati da Morelli, da Freud e da Holmes, in quanto in tutti e tre i casi vi sono delle tracce che consentono di carpire realtà nascoste: sintomi nel caso medico, indizi nel caso investigativo e segni pittorici nel caso artistico. Altro punto in comune tra lo scrittore di gialli, il critico d'arte e lo psicoanalista è il fatto che tutti e tre avevano rapporti con la semiotica medica, in quanto tutti avevano studiato medicina. Erano capaci di diagnosticare malattie i cui sintomi erano superficiali e irrilevanti per coloro che erano al di fuori della conoscenza medica.

Il sapere venatorio può a buon diritto rientrare nel campo in cui opera il paradigma indiziario, in quanto le documentazioni inerenti a questo campo, come pitture rupestri, manufatti e fiabe, rientrano nella tipologia di informazioni incomplete. Una fiaba orientale¹¹ narra di tre fratelli che incontrano un uomo alla ricerca di un cammello, i fratelli descrivono in modo impeccabile l'animale senza esitazione e vengono accusati del furto. In realtà i tre non hanno visto il cammello, e dimostrano come attraverso indizi minimi, sono riusciti a ricostruire l'aspetto dell'animale. Questi riescono a risalire, da dettagli trascurabili, alla realtà che non è sperimentabile direttamente, grazie ad un sapere di tipo venatorio.

I testi divinatori mesopotamici, redatti dal III millennio a.C. in avanti, cercano nelle interiora di animali, gocce d'olio nell'acqua, astri, movimenti involontari del corpo ed altro, le tracce di eventi che non possono essere notati direttamente da chi osserva. Si trovò una certa somiglianza nel metodo venatorio con il metodo divinatorio, la divergenza principale è che il primo metodo è rivolto al passato mentre il secondo al futuro. L'invenzione della scrittura influenzò la divinazione mesopotamica in quanto alle divinità veniva attribuita la prerogativa di comunicare con i sudditi attraverso messaggi scritti dappertutto e che gli indovini avevano il compito di decifrare. Le caratteristiche della scrittura cuneiforme rafforzavano le tecniche divinatorie, in quanto come esse, designano cose attraverso cose¹². Si può parlare

⁶ Cfr. E. Castelnuevo, 1968.

⁷ Cfr. p. 37 in S. Freud, *Il Mosè di Michelangelo*, torino, 1976.

⁸ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, Tascabili Bompiani, Milano 1983, p. 104.

⁹ Ibid, p. 102.

¹⁰ Ibid. p. 105.

¹¹ Cfr. Wesselofsky A., *Eine Märchengruppe*, in “Archiv für slavische Philologie”, 9, 1886, pp. 308-9.

¹² Cfr. Gernet J., “La Chine, aspects et fonctions psychologiques de l'écriture”, in *L'écriture et la psychologie des*

di paradigma indiziario o divinatorio verso il passato, il presente e il futuro. Troviamo la divinazione quando si rivolge al futuro e la semeiotica medica, nel senso diagnostico e prognostico, quando si rivolge a tutti e tre i tempi.

Passando dalle civiltà mesopotamiche alla civiltà greca, le considerazioni sull'utilizzo di tecniche divinatorie, cambiò notevolmente, grazie alla nascita di nuove discipline e alla conquista di nuove metodologie di ricerca delle vecchie discipline. Il nuovo metodo di indagine escludeva a priori l'intervento divino, metodo di cui siamo eredi. Il paradigma indiziario ha svolto un compito di primo piano in questo cammino, ciò è evidente dal fatto che la medicina ippocratica partiva dai sintomi per definire i propri metodi. Nell'impossibilità di aspirare ad una realtà sperimentale si trovano, secondo i greci, molte categorie che utilizzano il metodo congetturale.

La nascita di un paradigma galileiano, ha portato una grande trasformazione nei metodi di ricerca utilizzando rigore e scienza come presupposto generale. Chiaramente, il gruppo di discipline che abbiamo chiamato indiziarie, non rientra nelle scienze galileiane in quanto: “Si tratta infatti di discipline eminentemente qualitative, che hanno per oggetto casi, situazioni e documenti individuali, *in quanto individuali*, e proprio per questo raggiungono risultati che hanno un margine ineliminabile di aleatorietà”¹³. La storia sicuramente non è mai stata una scienza galileiana e allo stesso modo può essere definita come una scienza che usa metodi indiziari. Lo storico, può essere paragonato ad un medico che si basa sui sintomi per pronosticare malattie, nel senso che la sua attenzione, rivolta ad una serie di fenomeni, più o meno comparabili tra loro e che hanno un'incompleta o incerta documentazione, può portare a delle conclusioni congetturali sulla realtà di un evento in considerazione. In questo senso la storia è indiretta, congetturale, indiziaria.

Un altro personaggio storico che si dedicò alla pittura e esercitò la professione di medico fu Giulio Mancini. Costui aveva abilissime capacità diagnostiche che talvolta venivano descritte con termini del lessico divinatorio¹⁴. Mancini scrisse un'opera che circolò in forma manoscritta chiamata *Alcune considerazioni appartenenti alla pittura come di diletto di un gentiluomo nobile e come introduzione a quello si deve dire*.

C'è un presupposto che sembra ovvio ma non lo è, cioè quello che le opere d'arte siano uniche per definizione: tra l'originale ed una copia vi è una differenza ineliminabile. Questa differenza naturale, diventa di secondo piano nel caso in cui abbiamo a che fare con un'opera letteraria, in quanto, questa, presenta delle differenze tra originale e copia, relativamente irrilevanti nel senso che un'opera di Leonardo è unica in quanto il suo valore è dato anche dalla sua unicità, mentre un libro può essere copiato in milioni di copie senza far perdere il significato dell'originale.

Secondo Mancini, si poteva elaborare un metodo capace di distinguere gli originali dai falsi, cioè le opere dei maestri dalle copie, cercando nelle pitture quegli elementi inimitabili¹⁵, “...come sono in particolare i capelli, la barba, gl'occhi. Che l'anelare de' capelli, quando si han da imitare, si fanno con stento...”¹⁶ continua poco dopo “...et queste parti nella pittura come i tratti e gruppi nella scrittura...”¹⁷. In questo modo l'autore inserisce un nesso tra scrittura e pittura in quanto attribuisce ai tratti dei dipinti, dei termini usati per descrivere i tratti di scrittura. Quindi l'identificazione della mano di un maestro doveva essere ricercata nelle parti che erano condotte più velocemente e quindi sganciate dalla rappresentazione del reale, in modo simile a come si poteva riconoscere, dal tratto di un carattere, la personalità di chi scriveva.

peuples, Centre Internationale de Synthèse, Parigi 1963

¹³ Cfr. Ginzburg, C., “Spie. Radici di un paradigma indiziario”, in A. Gargani, a cura, *Crisi della ragione*, Einaudi, Torino 1979.

¹⁴ Cfr. Eritreo J. N. (Rossi G. V.), *Pinacotheca imaginum illustrium, doctrinae vel ingenii laude, virorum...*, Lipsiae 1692, vol. II, pp. 79-82.

¹⁵ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 117.

¹⁶ Mancini G., *Considerazioni sulla pittura*, a cura di Marucchi A., 2 voll., Roma 1956-57, p. 134.

¹⁷ Ibid.

Come si è precedentemente detto, a proposito del metodo galileiano, quanto più i tratti individuali vengono considerati pertinenti, tanto meno viene la possibilità di una conoscenza scientifica. Bisogna dire che la propensione a individuare i tratti individualistici dipende dall'emotività dell'osservatore, nel senso che se si ha a che fare con due palazzi quasi identici o con inserti simili, dipende dall'analizzatore la ricerca e la capacità di individuare tratti distintivi. Sicuramente un architetto troverà nei palazzi molte differenze e ne noterà di meno tra gli inserti, mentre uno studioso di inserti, compirà lo stesso pensiero al contrario. Un buon esempio di ciò, si può trovare nell'evento della nascita di un vitello bicefalo, nei dintorni di Roma nel 1625. Questo strano evento, fa nascere la domanda se l'animale si possa considerare come singolo o doppio. La risposta dipende a sua volta dal soggetto interrogato, in quanto per i medici l'elemento centrale è il cervello, mentre per i seguaci di Aristotele il cuore¹⁸.

Ci furono dei tentativi di introdurre il metodo matematico nello studio dei fatti umani, come è un esempio quello degli aritmetici politici che si basavano sugli avvenimenti salienti della vita umana come nascita, procreazione e morte. La nascita di questa scienza, la statistica, non si distaccò del tutto dalla sfera delle discipline indiziarie, in quanto il calcolo delle probabilità, cercava di dare fondamento matematico a ciò che prima era reso noto dalla divinazione¹⁹.

Nonostante i progressi compiuti dalla scienza medica, peraltro non esatta, i metodi e i risultati ottenuti erano considerati come incerti e dubbi. Ciò dipendeva dal fatto che non era sufficiente catalogare le malattie, in quanto, a seconda dell'individuo, queste assumevano caratteristiche diverse ed in secondo luogo la conoscenza delle malattie era ritenuta indiretta ed indiziaria. Concludendo, la medicina non poteva raggiungere il rigore delle scienze naturali, in quanto era impossibile la quantificazione che dipendeva dalla presenza ineliminabile dell'individuale che a sua volta dipendeva dal fatto che l'occhio umano è abile a cogliere le differenze anche marginali tra gli esseri umani.

Comunque alla medicina veniva dato un posto di rilievo, in quanto essa era considerata come scienza dal punto di vista sociale, privilegio di cui non tutte le conoscenze indiziarie beneficiavano. Come per esempio la capacità di riconoscere il valore di un cavallo dalle orme della cavalcata, oppure l'arrivo di un temporale dal cambiamento del vento, ancora le intenzioni celate nei segni del volto di una persona. Queste forme di conoscenza non avevano certificazioni scritte, bensì venivano tramandate oralmente oppure venivano apprese tramite esperienze dirette, che a volte non potevano essere rappresentate verbalmente. È proprio l'incapacità di servirsi dell'astrazione che rappresenta sia la forza sia il limite di questo tipo di sapere²⁰. Comunque di questo tipo di sapere, si era iniziato ad occupare la cultura scritta, come nel caso dei trattati di fisiognomica che cercava di schematizzare i tratti fisici di alcune tipologie di identità. Probabilmente però solo la medicina, mediante la codificazione del sapere indiziario, si era realmente arricchita.

Nel '700 la borghesia inizia ad appropriarsi del sapere indiziario degli artigiani e dei contadini modificandolo a gran velocità. Il processo di accumulazione di conoscenze tra il 700 e l'800, la raccolta di questi "piccoli discernimenti"²¹, alimentano nuove formazioni di antichi saperi. I libri, permettevano l'accesso a determinate esperienze, ad un numero sempre maggiore di lettori. Il paradigma indiziario fu messo in risalto anche grazie alla letteratura di immaginazione.

A proposito della presunta origine venatoria del paradigma indiziario, si è già menzionata la fiaba dei tre fratelli che tramite indizi riescono a capire l'aspetto dell'animale. Questa novella apparve dapprima in occidente²², fu presentata come traduzione, dal persiano in italiano, a Venezia a metà del 500 con il titolo *Peregrinaggio di tre giovani figliuoli del re di Serendippo*. Il libro fu più volte ristampato e successivamente tradotto nelle principali lingue europee. Ebbe un

¹⁸ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 120.

¹⁹ Ibid. p. 122.

²⁰ Cfr. Ginzburg, 1796 pp. 69-70 ?

²¹ Cfr. Winckelmann J. J., *Briefe*, a cura di H. Diepolder e W. Rehm, vol. II, Berlin 1954, p. 316.

²² Cfr. Cerulli E., *Una raccolta persiana di novelle tradotte a Venezia nel 1557*, in "Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei", CCCLXXII, 1975, Memorie della classe di scienze morali ecc., s. VIII, vol. XVIII, fasc. 4, Roma 1975, p. 347 sgg.

successo tale che indusse Horace Walpole a coniare il neologismo *serendipity*, avente il significato di descrivere delle scoperte improvvise realizzate grazie al caso e all'intelligenza. Anche Voltaire rielaborò nel terzo capitolo di *Zadig* questa novella, come vedremo in seguito.

Su questa base si poté trovare l'embrione del romanzo poliziesco che si basa sulla conoscenza di un metodo indiziario che ha radici antiche e riscontri moderni. Il metodo di Zadig fu citato da Thomas Henry Huxley nelle conferenze atte a diffondere le scoperte di Darwin²³, definendolo come processo accomunante storia, geologia, astronomia fisica e paleontologia. Aveva la capacità di fare profezie retrospettive. Si basava sul presupposto che se non sono riproducibili le cause si può solo inferire degli effetti²⁴.

Morelli, con il suo metodo, propone di rintracciare all'interno di un sistema di segni come quello pittorico, dei sintomi che hanno la caratteristica dell'involontarietà. In questi indizi involontari, paragonabili alle parole e alle frasi usate dagli uomini che le inseriscono nei discorsi senza rendersene conto, Morelli rintraccia ciò che caratterizza l'artista. Facendo così mette in pratica il metodo formulato precedentemente da Mancini. Il fatto che questi metodi vengono esaltati da Morelli è dato dalla tendenza ad un controllo qualitativo e capillare sulla società da parte del potere statale, basata sui tratti minimi e involontari dell'individuo, che emergeva in quel periodo²⁵.

Per far fronte all'esigenza di distinguere i propri componenti che ha ogni società, si sono trovati molti metodi, che si distinguevano a seconda dei tempi e dei luoghi²⁶ in cui venivano usati. Il primo metodo è sicuramente quello della distinzione per nome, ma quanto più una società risulta ampia, tanto più il nome non è sufficiente a garantire l'identità. Nell'Egitto greco-romano, il notaio, registrava il nome con accanto una sommaria descrizione dei caratteri fisici di coloro che dinanzi a lui si impegnavano a sposare una donna, oppure compivano una transazione commerciale²⁷. La firma, usata nei contratti, presentava molti vantaggi, alcuni sostenevano che l'inimitabilità della scrittura personale era stata voluta dalla natura per sicurezza della società civile²⁸. Certamente le firme avevano degli inconvenienti in quanto potevo essere falsificate ed escludono dal controllo gli analfabeti.

Soltanto alla fine dell'800 iniziarono a venire proposti nuovi metodi di identificazione. Con l'emergere dei rapporti di produzione capitalistica, che aveva trasformato il concetto di proprietà e di legislazione, aumentando il numero di reati punibili e l'entità delle pene, fu costruito un sistema carcerario fondato su una lunga detenzione²⁹. Bisognava risolvere il problema dell'identificazione dei recidivi, per riconoscerli bisognava provare prima di tutto che un individuo era già stato condannato e in secondo luogo che l'individuo in questione era lo stesso che già aveva subito condanne³⁰. Il primo fu risolto dall'introduzione dei registri di polizia, il secondo poneva difficoltà più gravi.

Un impiegato della prefettura di Parigi, chiamato Alphonse Bertillon, nel 1879 elaborò un metodo antropometrico, basato su delle misurazioni corporee che venivano riportate su una scheda personale. Il difetto principale di questo metodo si trovava nella sua negatività in quanto permetteva di scartare due individui diversi ma non permetteva di affermare che due serie identiche appartenessero allo stesso individuo. Per ovviare a questo inconveniente, Bertillon propose di integrare il metodo con il cosiddetto "ritratto parlato", cioè con una descrizione verbale delle parti del viso

²³ Cfr. Huxley T., "On the Method of Zadig: Retrospective Prophecy as a Function of Science", in *Science and Culture*, London 1881, pp. 128-48.

²⁴ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 126.

²⁵ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 128.

²⁶ Cfr. AA. VV., *L'identità. Séminaire interdisciplinaire dirigé par Claude Lévi-Strauss*, Paris 1977.

²⁷ Caldara A., *L'indicazione dei connotati nei documenti papiracei dell'Egittogreco-romano*, Milano 1924.

²⁸ Cfr. Lanzi L., *Storia pittorica dell'Italia...*, a cura di M. Capucci, Firenze 1968, vol. I, p. 15.

²⁹ Cfr. Foucault M., *Surveiller et punir. Naissance de la prison*, Paris 1975 (trad. it. *Sorvegliare e punire. Nascita della prigione*, Torino 1977).

³⁰ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 129.

come naso, orecchie, occhi che unite alle altre informazioni avrebbero restituito l'immagine del singolo. Ma i problemi che bisognava risolvere, in questo modo non furono affatto risolti.

Un metodo di identificazione molto più semplice per quanto riguarda la raccolta dati e la catalogazione fu proposto da Galton nel 1888, questo si basava sulle impronte digitali³¹. L'autore stesso però riconosceva di essere stato preceduto da altri. L'analisi scientifica delle impronte digitali fu iniziata da Jan E. Purkyně³², che descrisse nove tipi diversi e di fondamentali linee papillari, affermando che non esistono due individui con impronte digitali identiche.

Anche gli indovini cinesi e giapponesi, si interessarono alle forme poco visibili delle linee che solcano la pelle della mano. In Bengala, ma anche in Cina, si usava imprimere il polpastrello sporco di pece o di inchiostro sulle lettere e sui documenti³³, si riteneva che ciò era dovuto ad una serie di riflessioni di carattere divinatorio³⁴, in quanto chi era abituato a riconoscere segni nelle tracce lasciate dagli uccelli o nelle trame disegnate sulle corazzate tartarughe, era anche propenso a leggere i segni celati tra le linee dei polpastrelli. Sir William Herschel, amministratore capo del distretto di Hooghly in Bengala, nel 1860, si accorse di quest'usanza e penso bene di servirsene per il miglior funzionamento della amministrazione britannica. Venti anni dopo, Herschel, annunciò su *Nature* che dopo 17 anni di prove, le impronte erano state introdotte ufficialmente nel distretto di Hooghly dove venivano usate da tre anni con ottimi risultati³⁵. In questo, modo i funzionari inglesi, si appropriarono del sapere indiziario dei Bengalesi, ritorcendolo contro di loro³⁶.

Francis Galton, traendo spunto dall'articolo di Herschel, approfondì la questione e dopo aver riflettuto sull'unione di tre elementi quali: la scoperta di Purkyně, ritenuto uno scienziato puro, la concretezza del sapere delle popolazioni Bengalesi, la furbizia amministrativa e politica di Herschel, cercò, senza successo, di distinguere delle peculiarità razziali a cui poter risalire dalle impronte digitali attraverso le quali ogni essere umano, acquisisce un' identità ed una individualità ben precisa³⁷.

Da Galileo in poi, le scienze della natura sono state poste dinanzi ad un dilemma: o assumere uno statuto scientifico debole per arrivare a risultati rilevanti oppure assumere uno statuto scientifico forte per arrivare a risultati di scarso rilievo³⁸. Vi è un dubbio, cioè che questo tipo di rigore sia inutile per quelle forme di sapere che si basano sull'esperienza quotidiana. Si è affermato che l'innamoramento è la sopravvalutazione delle differenze marginali che esistono tra una donna e un'altra, ciò può essere applicato anche a delle opere d'arte o ai cavalli³⁹.

Queste situazioni necessitano della messa in pratica del paradigma indiziario, dell'utilizzo di quelle forme di sapere che sono per natura mute, cioè di quelle conoscenze che non possono essere spiegate verbalmente e non possono essere formalizzate. È proprio in questo tipo di conoscenze che entrano in gioco elementi imponderabili come fiuto, colpo d'occhio, intuizione⁴⁰.

L'idea che quando la realtà è opaca, vi siano delle spie o degli indizi, costituisce il nucleo del paradigma indiziario, che di fatto inistra tra le varie materie della conoscenza.

Il sogno di Leibniz di trovare gli elementi semplici della conoscenza furono riprese da Johann H. Lambert. L'idea di sostituire il linguaggio ordinario con un più perfetto linguaggio formale è presente in logici matematici inglesi del secolo XIX quali Augustus De Morgan (1806-1871), George Boole (1815-1864), Charles Sanders Peirce (1839- 1914).

³¹ Cfr. Galton F., *Finger Prints*, London 1892.

³² Cfr. Purkyně J. E. , *Opera selecta*, Praga 1948, pp. 29-56.

³³ Cfr. Galton F., *Finger Prints*, pp. 24 sgg.

³⁴ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 132.

³⁵ Cfr. Galton F., *Finger Prints*, pp.27-28.

³⁶ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 132.

³⁷ Cfr. Galton F., *Finger Prints*, p.169.

³⁸ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 135.

³⁹ Cfr. Stendhal H. B., *Ricordi di egotismo*, Einaudi, Torino 1977, p 37.

⁴⁰ Cfr. Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, cit., p. 135.

Taluni autori, tra i quali Umberto Eco e Carlo Ginzburg, ad esempio, hanno evidenziato una connessione tra Peirce, figura mitica, reale e di *misteriosa grandezza con l'indecifrabile essere virtuale* che risponde al nome⁴¹ di Sherlock Holmes, creazione letteraria di Sir Artur Conan Doyle, ma che ha assunto un ruolo di personaggio virtuale reale. Conan Doyle nel 1888 creò il suo personaggio Sherlock Holmes e gli diede forte caratteristiche abduitive. Schiacciato dal suo personaggio fu costretto a "farlo morire" nel 1891 e poi a risuscitarlo nel 1894 a furor di popolo. Oggi non sono pochi i Club Sherlock Holmes che negano una reale esistenza di Doyle, giocano a credere che Holmes sia stato un reale personaggio. E così un personaggio dotato di "forte emergenza" addirittura uccide, sia pure virtualmente, il suo creatore. La "esperable uberty" (o auspicabile valore di produzione) di peirciana memoria deriva dai tre tipi canonici di ragionamento, per la precisione: deduzione, induzione e abduzione. È l'ubertà, cioè la produttività, di quest'ultimo tipo di ragionamento che, afferma Peirce, si accresce. La deduzione, secondo Peirce, dipende dalla fiducia che abbiamo nella nostra abilità di analisi del significato dei segni. L'induzione, invece, dipende dalla fiducia che l'esperienza non verrà mutata. L'abduzione, ancora, dipende dalla nostra speranza di indovinare, ovvero di raccogliere adeguate informazioni che lo permettono.

In occasione del centenario di Edgard Allan Poe (1809-1849), nel 1911, Sir Arthur Conan Doyle presiedette una cena commemorativa a Londra. Fu lui che trasmise a Sherlock Holmes, fra gli altri aspetti caratteristici di Auguste Dupin, l'investigatore di Poe, quella astuta abilità, quell'affascinante illusione semiotica di decodificare e scoprire i più nascosti pensieri degli altri, interpretando i loro muti dialoghi interiori, i movimenti della faccia e degli occhi, i vari segni verbali, quanto si leggeva da ogni particolare visibile ed intuibile. Nel 1908 Peirce, riferendosi a un'osservazione di Poe in *Il delitto della Rue Morgue*⁴² disse che "quei problemi che a prima vista sembrano del tutto insolubili ricevono proprio in quella circostanza le chiavi che più dolcemente vi si adattano".

I diversi elementi di un'ipotesi sono nella nostra mente ancor prima che noi stessi ne diventiamo coscienti. L'idea di mettere insieme quello che prima non avremmo mai sognato di mettere insieme è la luce che fa da faro alla nuova suggestione.

Peirce descrive la formazione di un'ipotesi come "un atto di insight", di interiorizzazione per indicare quella "suggestione abduiva" che viene a noi "come un lampo di luce". La sola differenza tra un giudizio percettivo e un'inferenza abduiva è che il primo, a differenza della seconda, non è soggetto a un'analisi logica.

Immaginate due matematici al lavoro, stanno lavorando su una nuova idea. Cosa fanno? In primo luogo costruiscono esempi - devono farsi una idea di ciò che succede - raccolgono indizi. Poi il processo abduivo prende corpo, si fa una ipotesi, si tenta una dimostrazione, la prova riesce: il gioco è fatto. La prova non riesce, si trova un contro esempio, nuove informazioni si ottengono su ciò che non è. Come afferma anche Pierce, nel metodo scientifico l'abduzione e propedeutica sia all'induzione, intesa come prova sperimentale della ipotesi, che alla deduzione. L'abduzione si presenta come un istinto che utilizza percezioni inconsce e connessioni tra aspetti diversi delle informazioni possedute: sembra essere l'unico tipo di argomento che generi nuove idee. Il giudizio percettivo sarebbe invece un caso limite di abduzione con "poche informazioni". Non è certo che Pierce abbia personalmente conosciuto Sir Arthur Conan Doyle e né che abbia letto qualche racconto di Sherlock Holmes. È abbastanza verosimile che Pierce, in qualche modo ha sentito parlare delle prime storie di Sherlock Holmes; il primo racconto (*A Study in Scarlet*) fu pubblicato negli Stati Uniti nel

⁴¹ Cfr. Eugeni F. e Marchetti L. (a cura di), *Sherlock Holmes: il grande Detective di rinomanza internazionale* (Raccolta di pastiches, inediti, parodie, cronologie e osservazioni), Vol. I-II, editi in occasione del Convegno Nazionale sulla Letteratura popolare, Roseto 2002. (vedi anche in www.apav.it sezione "Sherlock Holmes").

⁴² Si tratta della seguente osservazione: "Mi sembra che questo mistero sia considerato insolubile per la stessa ragione che invece dovrebbe farlo considerare di facile soluzione ...".

1888; e nel 1890 *The Sign of Four* fu pubblicato su Lippincott's Magazine. Va solo osservato che Doyle nel 1894, quando Pierce trascorse circa due mesi con i suoi colleghi americani, era ben noto in tutti gli Stati Uniti.

Riguardo il paradigma indiziario è parere di molti che una sua origine è rintracciabile nelle pieghe delle fiabe e precisamente nella novella orientale dei tre fratelli di cui prima si è discusso.

Anche Voltaire, pochi anni prima, nel terzo capitolo di *Zadig*, aveva scritto una ripresentazione della novella del Peregrinaggio. Nella riscrittura di Voltaire il cammello originale si era sdoppiato e si era trasformato in una cagna e un cavallo. Il saggio Zadig, “specialista in abduzioni ante litteram” descriveva minutamente gli animali decifrandone le tracce sul terreno. Venne condotto dinanzi ai giudici e accusato. Si disculpò raccontando ad alta voce il processo mentale che lo aveva portato ad “abdurere” il ritratto degli animali che mai aveva visto: “All'epoca di Re Moabdar c'era in Babilonia un giovane di nome Zadig, di buona indole nativa rafforzata dall'educazione”. Non stiamo ad entrare nei dettagli del suo carattere generoso, non parleremo delle sue ricchezze, della sua scienza, del suo amore per Semira, delle sue nozze con la leggera Azora, ripudiata dopo un mese, ma dell'episodio del cane e del cavallo.

... un giorno passeggiando vide correrli incontro l'eunuco della Regina che con vari ufficiali cercavano il cane della Regina e il Cavallo del Re.

"Giovanotto, non avete visto il cane della Regine" chiese l'eunuco.

"E' una cagna, non un cane. È una cagnetta spagnola minuscola che ha fatto da poco i cuccioli, zoppica dal piede anteriore sinistro e ha le orecchie assai lunghe" rispose Zadig.

"L'avete allora vista?" disse l'eunuco.

"No – rispose Zadig – non ho mai saputo che la Regina avesse un cane".

Anche il capocaccia gli chiese se avesse visto il cavallo, "È il cavallo che galoppa meglio, è alto cinque piedi, ha zoccoli piccolissimi, ha la coda lunga tre metri e mezzo, le borchie del morso sono d'oro a 23 carati, i ferri sono d'argento di undici denari" disse Zadig

"Quale strada ha preso" chiese il capocaccia.

"Non l'ho visto" rispose ancora Zadig...

Finì davanti al grande desterham (Giudice-tesoriere) che lo condannò. Ma il cavallo e la cagna furono ritrovati e gli fecero pagare quattrocento onces di ammenda per aver detto di non aver visto ciò che aveva, secondo i giudici visto, allora Zadig diede le sue spiegazioni.

"... Vidi sulla sabbia le impronte di un animale e capii facilmente che erano le orme di un piccolo cane. Dai solchi lunghi e leggeri rimasti impressi sui minimi rilievi della sabbia proprio tra le tracce lasciate dalle zampe compresi che si trattava d'una cagna con le mammelle penzoloni per aver essa figliato da pochi giorni. Altri segni tracciati in senso diverso ma anche sulla superficie sabbiosa, lateralmente alle orme delle zampe anteriori, mi dimostrarono che la cagna aveva molto lunghe le orecchie, e poiché osservai che una delle orme delle zampe sulla sabbia risultava più lieve delle altre, capii che la cagna, della nostra augusta regina, zoppicava un poco, se ciò mi è permesso dire. Per quanto riguarda il cavallo del re dei re, sappiate che nella mia passeggiata nei cammini del bosco m'accorsi delle impronte dei ferri d'un cavallo: erano tutte equidistanti. 'Ecco' mi dissi 'un cavallo dal galoppo perfetto'. Il polline caduto dagli alberi, in una viottola larga soltanto sette piedi, a sinistra e a destra, a tre piedi e mezzo dal centro, era un pochetto sollevato. 'Questo cavallo' mi dissi 'ha una coda lunga tre piedi e mezzo, che nella sua altalena ora a destra ora a sinistra scopò il polline'. Vidi pure, sotto gli alberi che con i loro rami formavano una galleria alta cinque piedi, delle foglie cadute da poco, e capii che il cavallo aveva sfiorato quelle alte fronde, avendo appunto una statura di cinque piedi. E perché il morso dev'essere d'oro a ventitre carati? Perché con le borchie del morso rasentò una pietra di paragone e io potei farne il saggio. Dalle tracce, poi, che i ferri del cavallo lasciarono su sassi di altra specie mi risultò che i ferri stessi erano d'argento di duecentosessantaquattro grani..."

I giudici ammirarono la profondità del discernimento, tutti parlarono bene di Zadig, anche il Re, ma i giudici trattennero trecentonovantotto once per le spese e gli uscieri chiesero la mancia.

Ecco in queste storie, in queste favole l'origine dell'abduzione e dell'emergenza, l'embrione del serendipity. Nella serendipity e anche nell'embrione della patologia chirurgica e non solo chirurgica, i metodi di riconoscimento di opere d'arte alla Morelli, i paradigmi indiziari per le ricostruzioni storiche alla Ginzburg ovvero le brillanti indicazioni che da Peirce a Eco, ci lasciano pensare per indovinare, ci lasciano pensare per abduzione alla Conan Doyle, alla Sherlock Holmes secondo metodi e modi che al di là della apparente futilità, ci spiegano i motivi, apparentemente inconsci, della straordinaria fortuna del romanzo poliziesco. Su questo filone s'impenna un modello conoscitivo che è nello stesso tempo antichissimo e moderno. Del suo essere antico, quasi senza memoria si è detto tanto, mentre per la sua modernità, citeremo quanto segue:

Oggi basta vedere l'impronta di un piede forcuta per concludere che l'animale che ha lasciato impronta era un ruminante, e questa conclusione è altrettanto certa di qualunque conclusione della fisica o della morale. Basta quest'orma per dare all'osservatore la forma dei denti, la forma delle mascelle, la forma delle vertebre, la forma di tutte le ossa delle gambe, delle cosce, delle spalle e del bacino dell'animale che è appena passato: si tratta di un segno più sicuro di tutti quelli di Zadig⁴³

Fin dalla fine dell'Ottocento si ebbe conoscenza di questi processi. Come già detto perfino il grande Huxley in un famoso ciclo di Conferenze inneggianti alla dottrina Darwiniana ebbe a parlare del cosiddetto “metodo di Zadig” per indicare il processo indiziaro quale metodo di indagine comune a vari campi quali l'archeologia, l'arte, l'astronomia, la criminologia, la fisica, la geologia, la matematica, la medicina, la paleontologia, la patologia, la storia ecc..

1.3. Il paradigma cooperativo

In *Paris au XX^e siècle* del 1863 di Jules Verne troviamo delle incredibili anticipazioni del mondo moderno, fissato nel romanzo come nel 1961, quali ad esempio quelle relative ad un computer, ad una specie di posta elettronica e fax telegrafica ed una società fondata sulla comunicazione:

(...) Michel si voltò e vide la macchina n°4. Era una macchina calcolatrice. Ormai era lontano il tempo in cui Pascal costruiva quegli strumenti arcaici la cui concezione allora parve tanto mirabile. Da quell'epoca l'architetto Perrault, il conte di Stanhope, T. de Colmar, Mauvel e Javet apportarono felici innovazioni a questo genere di apparecchio.

La Banca Casmodage possedeva autentici capolavori; effettivamente i suoi strumenti assomigliavano a vasti pianoforti; premendo i tasti di una tastiera, si ottenevano istantaneamente totali, resti, prodotti, quozienti, regole di proporzione, calcoli di ammortamento e di interessi composti per periodi infiniti a tutti i tassi possibili. C'erano certe note acute che restituivano fino al centocinquanta per cento! Niente di più strabiliante di quelle macchine che avrebbero battuto senza fatica i vari Mondeaux⁴⁴. Bisognava tuttavia saperle suonare, sicché Michel dovette prendere lezioni di datteggiatura.

Risulta evidente che Michel aveva preso servizio in una banca che chiamava in aiuto e adottava tutte le risorse della meccanica. D'altronde, all'epoca, l'abbondanza degli affari e la molteplicità degli scambi comunicativi conferirono alle semplici forniture da ufficio un'importanza straordinaria. E così, il fattorino della Casmodage&Co. non maneggiava meno di tremila lettere al giorno, smistate in tutti gli angoli del vecchio e del nuovo mondo. Una macchina Lenoir della potenza di quindici cavalli non cessava di copiare quelle lettere che cinquecento impiegati le inviavano senza requie.

Eppure la telegrafia elettrica avrebbe dovuto abbattere significativamente il numero di lettere, visto che recenti perfezionamenti permettevano allora al mittente di corrispondere direttamente con il destinatario; il segreto della corrispondenza restava così

⁴³ Elogio di Georges Cuvier della Scienza Paleontologica.

⁴⁴ Henry Mondeaux., personaggio noto per le sue prodigiose capacità di calcolo.

salvaguardato, e gli affari più considerevoli potevano essere trattati a distanza. Ogni casa aveva i suoi fili privati, secondo il sistema Wheatstone, da tempo in uso in Inghilterra. Gli andamenti degli innumerevoli titoli quotati sul libero mercato si scrivevano da sé su quadranti posti al centro delle borse di Parigi, di Londra, di Francoforte, di Amsterdam, di Torino, di Berlino, di Vienna, di San Pietroburgo, di Costantinopoli, di New York, di Valparaiso, di Calcutta, di Sidney, di Pechino, di Nouka-hiva.

Inoltre la telegrafia fotografica inventata nel secolo precedente dal professor Giovanni Caselli (1815-1891, inventore del telegrafo scrivente nel 1859), di Firenze permetteva di inviare a distanza il facsimile di qualunque scrittura, autografo o disegno che fosse, e di firmare lettere di cambio o contratti a cinquemila leghe di distanza.

La rete telegrafica copriva allora la superficie intera dei continenti e il fondo dei mari; l'America era meno a meno di un secondo dall'Europa e, in un solenne esperimento effettuato a Londra nel 1903, due collaudatori corrisposero tra loro dopo aver fatto compiere al loro messaggio il giro della terra (...).

Incredibile il breve testo riportato da Verne nella traduzione di Maurizio Grasso. In Verne si trovano ancora molti messaggi del futuribile quali *Il viaggio al centro della terra* del 1864, *Ventimila leghe sotto i mari* del 1869 con l'anticipazione del sottomarino atomico Nautilus, capace d'andare sotto i ghiacci del polo, e ancora villaggi galleggianti, case meccanizzate a vapore, l'idea del Robot, raggi della morte, villaggi aerei, isole mobili! Dopo di lui appaiono vari messaggi del futuribile, esprimenti gli umani desideri e gli umani incubi: messaggi di Wells (uomo invisibile e macchina del tempo), Orwell (gli incubi di una società sotto un controllo telematico di 1984), Metropolis (la buona Maria e la cattiva controimmagine robotizzata), 2001 (il computer HAL ribelle all'uomo), Asimov (il robot perfetto e le tre leggi della robotica).

Tuttavia quanto Verne preannunciava per il 1960 si è verificato, con forse 25-30 anni di ritardo ma si è verificato!

1.4. I prodromi della persuasione occulta

È nota la vicenda dell'attore regista americano Orson Welles (1915-1985) che dopo aver mostrato il suo enorme talento di attore e regista sulle scene si volse al cinema e alla Radio, i grandi mass media di allora.

Nel 1938 si occupò di una importante trasposizione radiofonica. Adattò per la Radio *La guerra dei mondi*, l'opera del sociologo inglese Herbert George Wells (1866-1946), che fu un antesignano autore di fantascienza, con le opere di anticipazione: *La macchina del tempo* (1895), *L'uomo invisibile* (1897), *La guerra dei mondi* (1898). La trasmissione di O. Welles, perfetta per tecnica e per talento, toccò talmente il realismo che gli ignari spettatori statunitensi credettero veramente che sulla Terra, anzi sugli Stati Uniti, fossero realmente atterrati i Marziani del romanzo di H.G. Wells.

La magia contenuta nell'arte del regista-presentatore O. Welles e l'uso attento di un potente mezzo di comunicazione di massa, come la radio, avevano rivelato un nuovo campo del sapere: la manipolazione delle masse! E' del 1941 il film *Quarto Potere* (*Citizien Kane*) di O. Welles, che dirige se stesso nella parte di Kane .

Citizien Kane è considerato da molti critici uno delle migliori pellicole prodotte nella storia del cinema. In un crescendo Welles, star del teatro e della radio, ora regista/protagonista, non perse l'occasione di realizzare interamente questo suo film e ci presenta un grande affresco della condizione umana, con le sue esaltazioni, le depressioni, tutte le miserie e le contraddizioni. Il film, simbolico nelle immagini, circolare negli eventi, appare come un critica profonda e feroce della società del tempo, ma anche dell'attuale, in altre parole una critica a quella società che si incentra nella cultura del danaro e del potere dei media.

La pellicola, terza prova del venticinquenne Welles, da regista, dietro la macchina da presa, si ispira chiaramente alla vita di William Randolph Hearst. La struttura innovativa in tutto l'impianto filmografico, dalla struttura narrativa scansione degli eventi. Il suo personaggio, Charles Foster Kane, da lui mirabilmente interpretato, è un magnate

dell'industria e della stampa. Kane muore nell'isolamento della sua immensa tenuta, *Xanadu*, pronunciando sul letto di morte una misteriosa parola: *Rosebud* (bocciolo di rosa).

Il giornalista Jerry Thompson, incaricato di indagare sul magnate, ricerca informazioni dalle fonti più disparate, incontra il maggiordomo e i dipendenti di Kane, molti dei suoi vecchi amici, perfino la sua ex moglie oramai alcolizzata. Ricostruisce un puzzle di un uomo potentissimo, ma oppresso da una solitudine infinita. Dall'infanzia povera, alla presa di potere nel mondo della finanza, al potere immenso e incontrastato nell'editoria. Ma nel momento della morte il ricordo vago di una vecchia sfera di cristallo con la neve che cade: *Rosebud!* In questa parola è racchiuso il segreto di questa amara visione di una vita in solitudine.

Questo film precede di pochi anni il romanzo di George Orwell (pseudonimo di Eric Blair, 1903-1950), dal titolo *1984* (scritto nel 1948), nel quale ancora si lavora su questa idea, portandola a parossismi inusitati. Il controllo che esercita quel misterioso individuo che risponde al nome di Grande Fratello implica l'esistenza di una struttura piramidale, al vertice della quale vi è un dittatore, sotto forma di Network televisivo, incitante all'odio. Il grande fratello si rivelerà alla fine una figura virtuale, una manipolazione di personaggi attenti e incogniti, che sono i veri manipolatori ma a loro volta schiavi del prodotto da loro stessi costruito.

Questa idea verrà ripresa da un altro grande regista Sidney Lumet (1924- vivo) che in *Quinto potere (Network)* del 1976, riprende la tematica in un seguito ideale, denunciando ulteriori aspetti del parossismo oramai raggiunto nei network. Così se reale protagonista del film è l'indice di gradimento, o meglio d'ascolto, la cosiddetta audience, accanto a questa virtuale virago si snodano un commentatore di attualità (Peter Finch) la cui audience si è notevolmente abbassata e che minaccia un suicidio in rete, con una donna in carriera (Faye Dunaway) che ne comprende le potenzialità di sfruttamento. Emergerà una sorta di profeta dell'etere manipolato e manipolatore che, tra periodi di grossa audience e ritorni al colare a picco, ci presenterà una serie di colpi di scena rilegati all'ambiguo, paradossale, cinico, barbaro, professionale altare dell'audience.

Sidney Lumet, ricordiamo, non nuovo alle denunce sociali, portò sulla scena anche *La parola ai giurati* (1957), *Uno sguardo dal ponte* (1960), *La collina del disonore* (1965), *Serpico* (1973) e *Quel pomeriggio di un giorno da cani* (1975), ciascuno dei quali denuncia di qualche grande evento della nostra società.

Queste problematiche saranno riprese nell'appendice I del capitolo II.

Appendice 1.1. Piccola digressione storica sugli strumenti divulgativi

Scrivo Franco Eugeni, in prima persona, con una digressione sulla sua esperienza personale!

Nel Giugno 1963 la mia tesi di laurea, che mi necessitava in 10 copie, venne scritta due volte, utilizzando della carta carbone ed una nuova efficiente macchina elettrica.

Ho tenuto la mia prima lezione universitaria all'Università di Modena il 16 Dicembre 1963 al posto del professore di cui ero allora assistente. La gerarchia allora era di Professori, assistenti ordinari e assistenti volontari. Gli assistenti ordinari erano in carica 10 anni e se non conseguivano la Libera Docenza terminava il loro rapporto con l'Università. Lo strumento comunicativo che avevamo allora, in quella sede, era una enorme, bella lavagna di 12 metri e l'indicazione che le lettere dovevano essere poco più piccole della mia faccia, il segno del gesso doveva essere calcolato il più possibile e la voce doveva arrivare alla fine dell'aula che ospitava circa 150 studenti!

Non esistevano ovviamente computer, nemmeno fotocopiatrici moderne, si usavano dei ciclostili. A Modena avevamo una piccola macchina antidiluviana a carta chimica con la quale, ricordo, un ottimo bidello, tutto fare, impiegò quasi un

pomeriggio per riprodurre un fascicolo di 45 pagine, che aveva con se un visiting, e che ci interessava avere in copia. Nel 1965 uscirono delle macchine da scrivere con caratteri intercambiabili, che ci aiutarono abbastanza. Per proiettare immagini, alcuni Istituti disponevano di epicosopi. Non era il nostro caso!

Nei primi anni 70 si cominciarono a diffondere le prime rapide fotocopiatrici della Rank Xeroxs. Sulla fine degli anni '70 / primi anni '80 ricordo che, in periodi di alta produzione, avevo fino a quattro negozi di copisteria, dove andavo regolarmente a riprendere i fogli dattiloscritti, quasi sempre senza simboli matematici, per fare le correzioni del caso e aggiungere a penna o con delle formine di plastica, tipo normografi, che ci eravamo costruiti (antenati dei trasferibili), i simboli matematici. Era ovvio che il tutto doveva essere preceduto da un manoscritto eseguito con scrittura molto chiara, molto ordinato, comprensibile alle dattilografe e con un minimo di linguaggio indicativo per il corsivo o altro!

Alla metà degli anni '80 con la diffusione dei primi IBM-compatibili 286 e il programma di scrittura wordstar questo mondo svanì nello spazio di meno di un anno. I “famosi collage” con forbici e nastro invisibile, per riciclare vecchie conferenze o per inserire parte di propri articoli in dattiloscritti di libri, divenne operazione interna, pulita, da archivio!

Per le immagini i problemi furono complessi. Le fotocopie di allora erano di qualità veramente scadenti! Nel 1977 nell'occasione di un volumetto su Flash Gordon, testi/fumetti/cinema, realizzato da me con Marco Chiavarelli e Francesco Coniglio, occorre che alcuni colleghi collezionisti americani, ci spedissero delle foto di immagini che volevamo riprodurre! Nelle aule si era diffuso l'uso di diapositive prima e delle più economiche lavagne luminose poi! Un archivio di diapositive di uno dei colleghi di una Facoltà di Architettura era un piccolo patrimonio culturale ma anche economico! Cominciammo a fotocopiare in bianco e nero su slide “resistenti al calore”.

Nel 1986 presso l'IRSAE Abruzzo, in occasione dell'entrata in vigore dei nuovi programmi per la Scuola Elementare, fui incaricato di organizzare il primo corso per formatori. Erano colleghi della scuola secondaria, che in massima parte erano stati miei allievi all'Università, quindi avevo nei loro confronti una estrema credibilità e tentai fin da allora la via delle immagini. Così utilizzando lavagna luminosa e diapositive mi riuscì abbastanza bene fare proposte multi culturali e che gettassero ponti tra matematica ed altre discipline, che rendessero questa disciplina più visibile, se si vuole più simpatica!

Nell'*Inferno di Topolino*, magnifico fumetto, anni '50, di produzione italiana, appare una immagine di una *prof.ssa di matematica/strega* e della sua pena: i ragazzi le chiudono la bocca con un lucchetto e tentano di darle colpi di martello sulla testa e sempre tutto si ripete! Su queste due vignette, sintesi della difficoltà comunicativa della disciplina, costruimmo un dibattito di un pomeriggio!

Oggi i miei interessi sono spostati sull'Informatica e l'Editoria Multimediale. Nei miei corsi di matematica di un tempo, riuscivo e tenere gli allievi per due ore, attenti alle lavagne piene di formule cercando di far parlare quelle formule! Oggi questa attenzione non riesco più a ritrovarla, certamente è cambiata la mia età, anche se non è cambiato il mio contagioso entusiasmo!

Il mio insegnamento lo trovo più utile altrove, così mi sono dedicato ad un corso di storia e critica dell'Informatica, da Ingegneria sono passato a Scienze Politiche prima e a Scienze della Comunicazione poi, ho messo in piedi un laboratorio di Editoria Multimediale per la Laurea specialistica e sto cercando con un vasto gruppo di collaboratori di produrre nuove strade per comunicare la matematica: il sito “Scienze, Matematica e Società”.

Appendice 1.3. Il meccanicismo e il paradigma meccanicistico

Questa lettura sul paradigma meccanicistico si propone di chiarire quanto espresso nel testo dove il concetto è appena adombrato. Entrando sia pure bruscamente in argomento facciamo pure un salto dietro nel tempo, siamo nel 1623 e Galileo nella sua opera, *Il Saggiatore*, introduceva per la prima volta la distinzione tra quelle che saranno poi chiamate qualità *primarie* e qualità *secondarie* dei corpi. Queste espressioni risalgono a Boyle; mentre la loro universalizzazione nell'età dell'illuminismo è opera del *Saggio sulla intelligenza umana* di Locke. La distinzione galileiana fu tuttavia immediatamente accolta, nell'ambito della ragione o "paradigma meccanicistico". Con esse si intendeva distinguere tra ciò che rientra nell'ambito dei sensi (qualità secondarie) e la struttura geometrico matematica della natura (qualità primarie). Galileo giustifica in questo modo il suo assunto metodologico rivoluzionario, cioè l'integrale applicazione del linguaggio matematico alla natura: quest'ultima è scritta

"in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto"

(Il Saggiatore)

Conseguenza della distinzione galileiana, il mondo dell'esperienza quotidiana viene scisso in due: da una parte gli aspetti quantitativi, ossia traducibili in linguaggio matematico, e perciò veramente "oggettivi" o razionali; dall'altra gli aspetti qualitativi i quali, nella misura in cui non fossero riducibili ad un rapporto anch'esso meccanico o fisiologico tra i nostri organi di senso e il mondo esterno, dovevano essere considerati puramente "soggettivi" e quindi in definitiva irrazionali. La vera novità della concezione galileiana non sta tanto nell'universale matematizzazione della natura, giacché ci sono precedenti illustri nell'antichità e nel medioevo (vedi rispettivamente il *Timeo* platonico, in cui s'impone una cosmologia sistematica con tentativi di matematizzare la natura, gli scolastici parigini e la scuola baconiana di Oxford). Infatti, anche in tutta la ragione "prescientifica" è presente sia una scienza della natura che una tecnica per il dominio di essa.

I due elementi di profonda divergenza sono invece:

1. nell'intera ragione o "paradigma cosmologico" esiste un ordine precostituito dell'universo (o "cosmo"), e perciò afferrabile a priori o con il puro uso della ragione con cui essenzialmente si identifica la "scienza";
2. il dominio della natura o tecnica, pur legato alla prima, deve inserirsi anch'esso in quest'ordine o armonia prestabilita, deve cioè "imitare" la natura.

Perciò la macchina non viene utilizzata innanzitutto per modificare la natura, cioè a fini produttivi per sostituire l'energia umana. Ciò è riconducibile alla fondamentale continuità tra il "paradigma cosmologico" greco e quello "teologico" medievale (= la ragione premeccanicistica), data dal permanere di un modo di produzione caratterizzato dalla presenza del lavoro non libero, cioè da energia umana a buon mercato.

Concezione galileiana della natura:

- universale matematizzazione della natura;
- "naturalizzazione" o "empirizzazione" della matematica.

(Questo è messo in rilievo da coloro che sottolineano l'"empirismo" del metodo galileiano. D'altra parte, quegli autori che sottolineano invece il "platonismo" della matematizzazione della natura di Galileo, non mancano però di osservare come la nuova scienza meccanicistica della natura sia da lui intesa quale "una prova sperimentale del platonismo", il che significa che il "platonismo" galileiano è in realtà il platonismo rinascimentale).

La scienza per Galileo non ha uno statuto ontologico, cioè non rispecchia l'ordine o l'armonia prestabilita del "cosmo". La matematica si riduce per Galileo a un "linguaggio", cioè ad uno strumento. La ragione, lungi dall'essere una scintilla o "partecipazione" di una ragione cosmica o divina, è una facoltà intrinsecamente umana e perciò, per quanto onnipotente, empirica.

Galileo ha stabilito la struttura matematica dell'universo perché ha deciso in anticipo di considerare irrilevanti gli aspetti qualitativi dell'esperienza quotidiana. La ragione di questa scelta risiede nel fatto che solo così è possibile dominare la natura per fini o scopi umani. Isolando, in base ad una scelta o giudizio di valore, gli aspetti quantitativi da quelli qualitativi che l'esperienza ci presenta strettamente intrecciati, è possibile cioè costruire degli strumenti di precisione o macchine; i quali non rappresentano più quindi un mero "adeguamento" ad un ordine presupposto della natura, ma l'imposizione ad essa di un tale ordine a vantaggio degli uomini.

Con Galileo risulta evidente il carattere intrinsecamente tecnologico della scienza. Questo perché lo stesso procedimento che stabilisce la verità della scienza è in sé un processo operativo, creativo, tecnico: le cosiddette "applicazioni" della scienza ai bisogni della vita umana non sono esteriori al processo teoretico della scienza, non vengono inserite dal di fuori come esigenze estranee, ma fanno parte diretta ed essenziale della stessa teoresi scientifica. Questo deriva ovviamente dal fatto che lo stesso criterio e ideale della "verità" scientifica, come le stesse categorie fondamentali in cui si articola un tale ideale (spazio e moto), sono stati costruiti già in vista di tale operatività, di tale fecondità tecnica.

Carattere storicamente condizionato di quel giudizio di valore che è alla base del nuovo concetto di ragione o "paradigma" rappresentato dalla ragione meccanicistica moderna:

- sviluppi della tecnica e sua introduzione su larga scala,
- problema del moto dei proiettili,

all'origine del fatto che la fisica meccanicistica moderna darà luogo essenzialmente ad una dinamica razionale, laddove quella antica aveva prodotto invece solo una statica.

CAPITOLO 2

LA CRITTOGRAFIA

2.1. Introduzione

Una visione storica del problema è sempre di grande utilità per la comprensione dello stesso. In questa introduzione, pertanto, intendiamo dare una breve ed efficace panoramica sulla *crittologia*.

La crittologia può essere divisa in tre grandi branche.

- La *crittografia* o arte delle scritture segrete: in questo ambito il problema che ci si pone consiste nel nascondere un messaggio con procedimenti noti solo al mittente e al destinatario, al fine di impedire che un personaggio estraneo alla comunicazione possa, senza essere autorizzato, comprendere il messaggio stesso. I procedimenti per "cifrare" e "decifrare" i messaggi rappresentano il "segreto" del codice.
- L'*autenticazione* è un ulteriore procedimento mediante il quale il ricevente ha una garanzia che il messaggio sia esattamente quello spedito dal mittente e che il testo sia autentico. I metodi di autenticazione più sofisticati sono i procedimenti di firma numerica, grazie ai quali il mittente non può disconoscere di aver inviato quel dato messaggio ed il destinatario è in grado di provare ad un terzo l'identità del mittente.
- La *crittoanalisi* è la metodologia di ricerca che mira alla ricostruzione, parziale e/o totale, dei sistemi di cifratura usati senza essere in possesso né della loro architettura, né delle norme d'impiego, né delle chiavi usate. Dunque sono definiti crittoanalisti coloro che si occupano di "rompere" i messaggi senza conoscerne la chiave segreta.

Risulta interessante ora riflettere sulla frase, di seguito riportata:

*"L'ingegno umano non riuscirà mai a concepire un cifrario
di cui l'ingegno stesso non possa scoprire la chiave"*

(Edgar Allan Poe)

Tale frase si può riassumere nel modo seguente: non appena un uomo è in grado di costruire un cifrario, si riesce a trovare sempre un altro uomo pronto ad abbatterlo.

2.2. La storia

L'uso delle scritture segrete risale a tempi antichissimi. Lo stesso Erodoto (VII, 139) ci narra che un tale Demarato riuscì ad informare i Lacedemoni del progetto di Serse di invadere la Grecia facendo pervenire loro un messaggio inciso su di una tavoletta, che era stata ricoperta con cera. Inoltre, durante le guerre persiane, si usava rapare uno schiavo,

incidere il messaggio sopra la sua testa, fargli poi ricrescere i capelli ed infine inviare il messaggio. Una volta giunto a destinazione, lo schiavo veniva rapato di nuovo e ciò consentiva al destinatario di leggere il messaggio.

Aulo Gellio (*Noct. att.*, XVII, 9) parla di un sistema simile, usato dai cartaginesi, e descrive la *scytala lacedemonica*, della quale parla anche Plutarco: il messaggio veniva inciso su un nastro di cuoio avvolto attorno ad un tubo di legno e poi, sfilando il nastro, si spediva il messaggio che poteva essere letto solo da chi possedeva un tubo dello stesso diametro. Si introdusse, così, il primo strumento che possedeva un codice. Svetonio (*Caes.*, LVI) parla di un alfabeto convenzionale usato da Giulio Cesare: era sufficiente sostituire ogni lettera con quella che la seguiva dopo aver effettuato lo slittamento di tutte le lettere dell'alfabeto normale, di un certo numero di posti prestabilito.

Esempio

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ (alfabeto in chiaro)



XYZABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ (alfabeto cifrato)

Testo chiaro: ALEA IACTA EST

Testo cifrato: XIBX FXZQX BPQ

Quindi, il testo cifrato è stato ottenuto slittando di tre posti tutte le lettere dell'alfabeto in chiaro.

A parte il cifrario di Giulio Cesare sopra analizzato, va ricordato anche l'antico sistema persiano di trasmettere segnali accendendo fuochi su località elevate; simili sistemi di comunicazione furono usati dai greci, cartaginesi e romani, addirittura fino ai tempi della guerra anglo-boera. Alcuni scrivevano messaggi sulle foglie che servivano a bendare le piaghe purulente dello schiavo-corriere mentre, ad esempio, Scipione l'Africano concepì un sistema di comunicazione, recentemente molto usato dall'Unione Sovietica, che consisteva nell'inviare in altri paesi spie esperte travestite da domestici degli ambasciatori.

Nel VI secolo, la rete informativa dell'impero bizantino era divenuta uno dei fondamenti dello stato: agenti mercanti erano sparsi in tutto il paese attraverso un sistema di import-export.

Comunque l'invenzione di alcuni dei più importanti sistemi di comunicazione viene fatta risalire ad Alessandro il Grande: ad una certa distanza dal suo quartier 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.

Nel Medioevo non si ebbe una sostanziale evoluzione dei sistemi crittografici, mentre nel Rinascimento la crittografia ebbe notevole impulso, grazie alla scoperta di nuovi sistemi di cifratura ideati da:

- Leon Battista Alberti, sul cui codice torneremo più avanti
- Giovan Battista Della Porta, celebre fisico napoletano (1540–1615), inventore della camera oscura ed autore, fra l'altro, del trattato *De furtivis literarum notis* (Napoli 1563)
- Gerolamo Cardano, medico e matematico (1501–1576), che, durante la sua sfortunata esistenza, affrontò anche problemi crittografici nel *De subtilitate* (Lione 1554).

Fuori Italia occorre menzionare il tedesco Tritemio (Johannes da Trittenheim, 1462–1516), autore della *Polygrafia* (Francoforte 1550) e della *Steganographia, hoc est ars per occultam scripturam animi sui voluntatem absentibus*

aperiendi (Francoforte 1606–1622). Alcuni metodi di Tritemio sono riportati anche nel libro di Umberto Eco, *Il pendolo di Foucault*. Il francese Blaise de Vigenère (1522–1596) autore di un *Traicté des chiffres ou secrètes manières d'escrire* (Parigi 1586), invece, merita una descrizione a parte. Il suo codice, infatti, fu considerato "sicuro" per più di 200 anni, fin quando, nel 1863, Kasiski, ufficiale prussiano, ideò un test statistico (test di Kasiski) che spezzò il codice. Nel secolo XVII fu attribuita sempre maggiore importanza alle scritture in cifra e le varie Nazioni adottarono sistemi di cifratura sempre più complessi.

Di conseguenza durante il Rinascimento una rete fittissima di agenti copriva l'Europa tant'è che neanche il Papa poteva stare tranquillo: si dice, infatti, che il segretario di Adriano VI fosse una spia dell'Imperatore Carlo V, al corrente di tutti i segreti del Papa e della sua corte⁴⁵.

Il miglior servizio di spionaggio dell'epoca era probabilmente quello spagnolo: l'agente principale di Filippo II era nientemeno che l'ambasciatore inglese a Parigi, Sir Edward Stafford, il quale fra l'altro riuscì a fornire agli spagnoli notizie sulla flotta di Sir Francis Drake, pronta a salpare contro l'Invincibile Armata. A questo punto però si inserì nel gioco Sir Francis Walsingham, che, raccolte le prove del tradimento di Stafford, decise di sfruttarlo a suo vantaggio, così tramite Stafford si ottennero molteplici informazioni, ad esempio l'elenco preciso di tutte le spie spagnole in Inghilterra.

Padre Giuseppe, religioso al servizio del Cardinale Richelieu, fu famoso per la sua scuola di informatori. Essi trovarono pane per i loro denti solo con il servizio segreto inglese, guidato allora da John Thurloe, abilissimo collaboratore di Oliver Cromwell.

Verso la fine del XVIII secolo il primato dell'organizzazione spionistica passa dall'Inghilterra alla Francia: Napoleone Bonaparte domina l'Europa, non solo con la potenza degli eserciti e con il genio strategico, ma anche con l'efficienza della sua rete di informatori. Tra questi il più grande di tutti, Karl Schulmeister.

Presentato da René Savary a Napoleone con le parole "Ecco, Sire, un uomo tutto cervello e senza cuore, ai Vostri ordini", Schulmeister si accinse a quella che resta forse la più incredibile azione di spionaggio della storia: diventare capo del servizio di informazioni militari della coalizione avversa a Napoleone. Schulmeister si trasferì a Vienna ed offrì informazioni strategiche di grande importanza e assolutamente vere.

In meno di un anno, Schulmeister riuscì a farsi nominare capo del servizio di informazioni austriaco: da quel momento fu come se Napoleone stesso potesse esaminare i piani strategici del nemico.

Le vittorie di Ulm e di Austerlitz furono in gran parte dovute a Schulmeister, che non solo informava Napoleone delle mosse nemiche, ma forniva agli alleati false indicazioni.

Nel 1900 la tecnica fa notevoli passi avanti ed i mezzi di comunicazione subiscono una vera e propria rivoluzione: la fotografia, il telegrafo, la radio, il telefono, l'aereo. Nascono i servizi militari organizzati. A volte forse anche più di uno per nazione. In Italia durante la seconda guerra vi erano ad esempio i seguenti:

- Servizio Informazioni Militari (SIM) dell'Esercito
- Servizio Informazioni Militari (SIS) della Marina
- Servizio Informazioni Aeronautica (SIA) dell'Aeronautica
- Centro di Controspionaggio Militare e Servizi Speciali (CCMSS) alle dipendenze del Ministro della Guerra
- Organizzazione di Vigilanza e Repressione Antifascista (OVRA)

⁴⁵ Con la Riforma nasce così la "spia ideologica": uomini e donne di ogni ceto sociale divennero traditori della loro patria per servire gli interessi di una delle due fazioni cristiane in lotta.

Chiusa l'era delle spie romantiche e degli avventurieri di genio, i nuovi personaggi saranno soprattutto colonnelli inglesi a riposo con l'hobby della decifrazione; giornalisti mondani affiliati da anni da qualche servizio segreto; taciturni camerieri turchi e scienziati atomici convinti che una potenza diversa dalla loro patria avrebbe fatto un uso più giusto dei terribili segreti di cui erano a conoscenza; ufficiali della Marina particolarmente dotati nel campo dell'intercettazione e delle trasmissioni radio.

Accanto a loro, spesso alle loro dipendenze, tutta una galleria di personaggi minori, mossi da motivi sia nobili che ignobili, ideologici o bassamente economici, ma sostanzialmente non diversa dagli informatori dei faraoni d'Egitto o dei consoli romani del passato.

Durante la prima guerra mondiale (1915-1918) va ricordato l'episodio del telegramma Zimmerman nell'aprile 1917, che è, di fatto, il primo caso di messaggio segreto che decrittato al momento giusto creò un evento assai importante: l'entrata in guerra degli Stati Uniti.

Come premessa va ricordato che nel 1915 un U-boot tedesco in immersione aveva silurato il transatlantico *Lusitania* causando la morte di 1200 civili tra cui 150 americani. L'incidente avrebbe causato l'entrata in guerra degli Stati Uniti ma un accordo risolse l'incidente. Del resto lo stesso presidente Woodrow Wilson era contrario ad un intervento poiché sperava di poter pesare nelle trattative e condurre l'Europa ad una pace risparmiando vite americane. Nel novembre 1916 la nomina di Arthur Zimmerman a ministro degli esteri tedesco di notoria indole liberale, sembrò facilitare l'ipotesi di Wilson.

In realtà Zimmerman riteneva che si dovesse scatenare una guerra sottomarina senza avvisaglie e senza quartiere e consigliò il Kaiser in questa direzione. L'unica preoccupazione era l'eventuale intervento USA. Così Zimmerman tentò un accordo con il presidente del Messico spingendolo ad invadere gli USA al fine di chiedere la restituzione del Nuovo Messico, del Texas e dell'Arizona. Il presidente messicano, inoltre, avrebbe tentato di coinvolgere anche il Giappone a dare manforte in questa operazione. Gli Stati Uniti impegnati su questi fronti non avrebbero prestato molta attenzione all'Europa. L'inizio dell'operazione avvenne con un telegramma cifrato inviato all'ambasciatore tedesco in Messico, che doveva informare il presidente messicano del da farsi. Di seguito riportiamo una traccia di quel famoso telegramma:

“Segretissimo – Per conoscenza personale di Vostra Eccellenza e per l'ulteriore inoltrare al Ministro Imperiale in (Messico?) con telegramma No. 1 (...) per via sicura.

Intendiamo iniziare dal 1° febbraio la guerra sottomarina senza restrizioni. Ci sforzeremo, ciononostante, di mantenere neutrali gli Stati Uniti d'America. (?)

Se non dovessimo (riuscirci) proponiamo al (? Messico) un'alleanza su queste basi:

[condurre una comune] condotta di guerra, [pervenire ad comune] conclusione della pace (...) con nostro sostegno finanziario e nostro accordo a ceder a Messico i perduti territori del Nuovo Messico, del Texas e dell'Arizona. A lei definire dettagli.

Vostra Eccellenza informi il presidente [del Messico] segretamente (? che noi prevediamo) guerra con gli Stati Uniti (forse) e nello stesso tempo d'intavolare trattative fra noi ed il Giappone.

(La preghiamo dire al Presidente) che (...) i sommergibili costringeranno l'Inghilterra alla pace entro pochi mesi. Accusi ricevuta” – Zimmerman”

Il telegramma prese, per un incidente su alcuni cavi sottomarini, la via della Svezia. Intercettato dallo spionaggio inglese venne decrittato nella famosa stanza 40 dal crittoanalista, nonché reverendo, William Montgomery. Così nonostante la lunga riluttanza del Presidente Wilson e dei non interventisti, quando il congresso ne venne a conoscenza,

ed insieme al congresso la stampa e i media, la situazione cambiò globalmente dalla sera alla mattina. Una semplice decrittazione era valsa tre anni di fallite trattative e l'operazione bellica che ne derivò fu di proporzioni colossali e con il ben noto esito.

Durante la seconda guerra mondiale fu molto in auge una macchina di decrittazione costruita da Alan Turing il cui nome era Enigma.

Oggi lo scenario è cambiato: oltre al mondo politico–militare (statale in genere) è coinvolto anche il mondo privato (civile). Il problema crittografico nuovo è quello di proteggere qualsiasi informazione. Si pensi a quanti dati attualmente occorre mantenere riservati, contenuti, ad esempio, presso:

- archivi di banche
- archivi di grosse e medie industrie
- archivi di enti di stato dai quali possono trarsi informazioni sullo stato patrimoniale anche di singoli soggetti
- archivi di compagnie aeree dai quali sapere in anticipo spostamenti di singoli soggetti
- archivi di ospedali

Inoltre, si pensi che oggi nessuno è in grado di garantirci la riservatezza non solo dei dati contenuti negli archivi sopraindicati ma anche la segretezza di una telefonata o l'autenticità di un ordine di pagamento fatto in uno dei canali disponibili (telefonico o telefax). Inoltre un nostro agente potrebbe disconoscere l'ordine ricevuto ovvero un malintenzionato potrebbe modificare l'ordine dall'esterno a suo favore e a nostro danno.

Quindi, come è facilmente intuibile anche per i non addetti ai lavori, la crittologia nasce e prolifera come supporto per le comunicazioni militari. Con il passare dei secoli, però, i metodi sono cambiati ed i crittografi naturalmente sono sempre a caccia di nuovi codici che i crittotoanalisti sistematicamente scoprono.

2.3. Il problema dei crittografi: fare un caos ordinato

Il problema più delicato nell'organizzazione di una rete di informazioni è quello di stabilire comunicazioni sicure tra gli agenti e il centro da cui essi dipendono. I diversi sistemi escogitati nel passato si può dire siano stati sufficientemente simili tra loro.

Spesso le informazioni venivano spedite per mezzo di lettere redatte secondo un codice convenzionale precedentemente stabilito: ad esempio comuni lettere commerciali. Cifre e nomi di particolare interesse erano "travestite" con vocaboli innocenti: cliente, denaro e ordinazioni indicavano effettivamente truppe, dati bellici o altre informazioni. Ecco un esempio di codice molto elementare.

Cliente = Alleato	Acquistare = Attaccare
Merce = Esercito nemico	Ditta = Divisione in soccorso
Interpellare = Comunicare a ...	Inviare = Far saltare

Per messaggi di questo tipo era necessario avere fantasia e tempo a disposizione. A causa della loro ingenuità essi risultavano immediatamente cifrabili, non erano quindi così adatti per trasmettere informazioni di una certa importanza⁴⁶. Messaggi convenzionali venivano alle volte inviati anche per mezzo di inserzioni nei giornali.

Ad esempio: "Vendesi terreni per 10 ettari, 2 fabbricati, 823 bovini" può essere benissimo un messaggio in cui 102823 è la chiave da usare per decifrare un successivo o precedente messaggio.

L'abilità consiste nel pensare il testo in modo da non destare il sospetto e da non richiamare l'attenzione dell'avversario. Il mezzo più usato da quando esiste è stata la radio. Con essa è possibile inviare tempestivamente qualsiasi messaggio al proprio centro, da questo è possibile ricevere in ogni momento ordini o informazioni. Le trasmissioni avvenivano ad ore prestabilite ed iniziavano sempre con la sigla di una delle parti. Il dispaccio veniva trasmesso cifrato, con un sistema la cui chiave era conosciuta quasi sempre da un solo trasmettitore che, una volta raccolte le informazioni, le cifrava per affidarle all'agente incaricato di effettuare la trasmissione. Così questi inviava al centro una serie di numeri o lettere a lui stesso incomprensibili. Nel corso dell'emissione l'operatore inseriva il cosiddetto *parity check* che segnalava eventuali errori dovuti al canale e il *security check*, cioè un errore, una parola sbagliata sempre uguale, in modo che il centro avesse la certezza che l'agente stava trasmettendo liberamente. La radio presentava il grave inconveniente di poter essere individuata dalle stazioni di ascolto e di intercettazione avversari.

Come si è detto, i messaggi, prima di essere trasmessi, venivano tradotti "in cifra" secondo particolari metodi appositamente studiati.

I vari sistemi di cifratura possono a grandi linee raggrupparsi in tre categorie: sistemi *a trasposizione*, sistemi *a sostituzione* e sistemi *misti*. Nei primi la traduzione del linguaggio chiaro in linguaggio segreto ha luogo mediante una specie di anagramma degli elementi dei testi chiari; nei secondi mediante una sostituzione degli elementi stessi con cifre crittografiche, cioè con segni convenzionali, o con gruppi di tali segni; nei terzi mediante entrambe le operazioni eseguite successivamente l'una dopo l'altra in un certo ordine.

I sistemi a sostituzione, più precisamente, consistono nel mettere al posto di ogni lettera (o gruppo di lettere, o parole o frasi del testo) un'altra lettera (o numero, o gruppo di lettere o di numeri). La sostituzione letterale può essere *monoalfabetica* o *polialfabetica* a secondo se avviene in base ad un solo alfabeto cifrante o a più alfabeti cifranti, da adoperare in blocco, ma con una certa legge, di volta in volta, prestabilita.

Ad esempio il seguente messaggio: "Appuntamento ora X..." può essere così trasmesso:

BQQVOUBNFOUPPSBY ...

Osserviamo innanzitutto che lo spazio tra le parole è stato abolito (cosa che accade anche per l'immagine crittografata) e che l'alfabeto usato in questo caso è un alfabeto slittato di un posto, nel quale la B ha preso il posto della A, la C della B, la D della C e così via. Naturalmente l'alfabeto cifrante si può ottenere spostando di due, tre, quattro, o anche di ventisei posti l'alfabeto reale. In questo caso ci si trova di fronte ad un codice monoalfabetico poiché vi è una corrispondenza biunivoca (uno ad uno) tra l'alfabeto chiaro e quello cifrante. Per problematiche statistiche, come si vedrà nel seguito, questi codici presentano una debolezza estrema.

Un altro messaggio: "Giorno X ora Y in arrivo navi ed aerei alleati ..." cifrato per trasposizione senza chiave diviene:

GIIE INEA OADT RRAI NREA OIRB XVEC OOID RNAE AALF YVLG

⁴⁶ É bene che i messaggi cifrati sembrino veri

Esso si ottiene scrivendo su di un rettangolo il messaggio da inviare nel modo seguente:

GIORNOXORAY
INARRIVONAV
IEDAEREIALL
EATIABCDEF

La cifratura può aver luogo per *lettere*, per *sillabe*, o per *gruppi* di un numero fisso di lettere (*poligrammi*), o per *frasi*, o in modo promiscuo.

La maggior parte degli autori ripartisce i sistemi di cifratura nelle due categorie di sistemi letterali o di sistemi a repertorio. I primi consistono nella trasposizione e/o sostituzione delle lettere o di poligrammi. I secondi consistono invece nella sostituzione delle parole e delle frasi. Questa operazione può essere seguita da una seconda cifratura, o sopracifratura, per trasposizione e/o per sostituzione delle relative cifre crittografiche. I segni convenzionali che rappresentano gli elementi del linguaggio chiaro possono essere di qualsiasi genere, ma nei tempi moderni è frequente l'uso di segni adoperati nella corrispondenza telegrafica. Sono usati i segni della normale scrittura, e per lo più si usano o sole cifre arabe o sole lettere e si formano gruppi di un numero fisso di elementi.

Molto comuni sono i sistemi a gruppi di cinque lettere o di cinque cifre arabe, ovvero di dieci lettere costituenti un insieme pronunciabile, essendo tali i massimi tassabili per una parola nelle comunicazioni telegrafiche internazionali.

La convenzione in base alla quale si eseguono le operazioni di sostituzione e di trasposizione è sovente rappresentato da una *chiave*, cioè da una serie di numeri o di lettere, il cui uso può spiegarsi mediante esempi.

Esempio

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

Si fissa l'attenzione sulla parola chiave, "ginepro", formata da lettere tutte distinte, che rappresenta la vera e propria chiave. Il metodo di cifratura è ovvio: nell'alfabeto cifrato sono assenti tutte quelle lettere comprese nella parola chiave. Chiaramente se la parola chiave fosse stata costituita anche da doppie allora bisognava contarle una sola volta, ossia esse andavano contratte. Da notare che, in questo caso, potrebbe essere conveniente cambiare la parola chiave per il fatto che da s a z ci sono troppe lettere fisse.

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 da Girolamo Cardano (1501-1576), con la quale 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.

Esempio

PRIMO QUADRATO						SECONDO QUADRATO					
	1									7	
2									6		8
	3			5				5			
			4			6			4		
							7				
					8						

Si osservi che il secondo quadrato è stato ruotato, rispetto al primo, di 90° (in senso antiorario).

Testo chiaro LA CRITTOGRAFIA E' INTERESSANTE

	L								E			N				
A								A		I	T					
	C		I				I					E		E		
		R		T				F					R		S	
					T	G		A								S
				O			R								A	

Gli spazi vuoti vengono riempiti ad esempio con lettere casuali.

Per eliminare in parte le ripetizioni che compaiono necessariamente in ogni crittogramma, specialmente nei testi molto lunghi, si ricorre alla sopracifratura, operazione che consiste nel cifrare di nuovo il testo ottenuto con la prima cifratura, magari cifrando parzialmente il testo o usando un cifrario tipo quello che vedremo più avanti di Leon Battista Alberti, nel quale cambiare alfabeto è facile.

Naturalmente il destinatario per poter decifrare un crittogramma doveva compiere operazioni inverse a quelle eseguite dal mittente.

Da un punto di vista storico, possiamo dire che nel Medio Evo, per le condizioni politiche, i codici segreti vengono usati poco ed in genere solo per nascondere nomi di personaggi importanti.

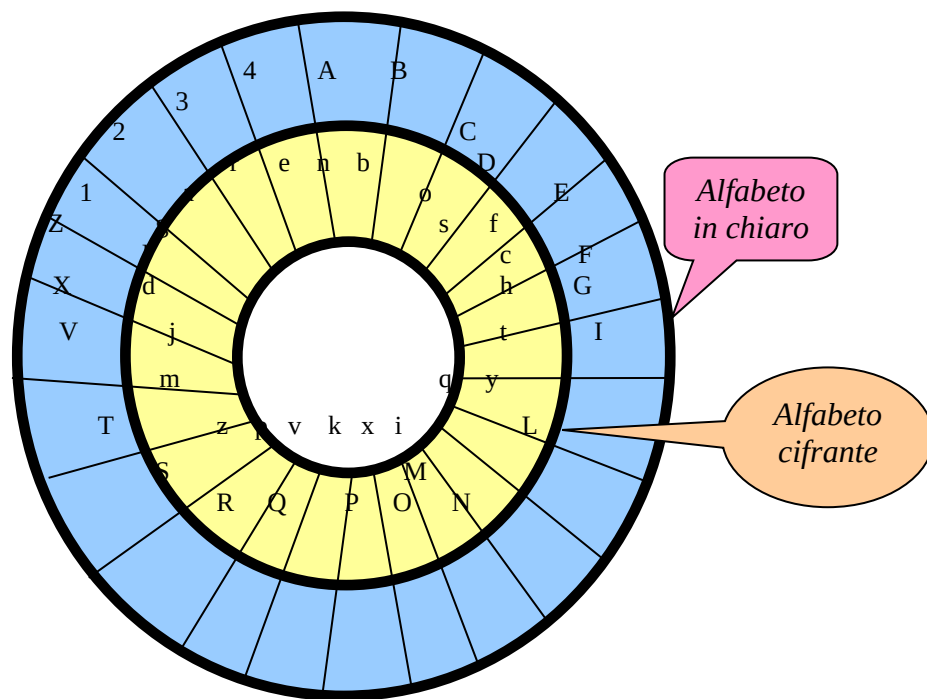
Verso la fine del Medio Evo, con l'inizio delle relazioni diplomatiche tra i vari stati i codici segreti diventano una necessità.

Secondo ricerche storiche dovute a **Meister (1902)** l'uso sistematico dei codici segreti ebbe inizio nella corte papale, nelle repubbliche e signorie italiane, a partire dal 1300.

E' in questo periodo che la Crittografia ha una grossa evoluzione. Troviamo un cambiamento radicale, infatti nascono i primi codici segreti che non usano un solo alfabeto cifrante, ma molti alfabeti cifranti. Tali codici si chiamano codici polialfabetici.

Il primo codice polialfabetico è dovuto ad un illustre pensatore italiano: Leon Battista Alberti, architetto, urbanista, pedagogo, matematico e crittografo. È suo, su commissione del segretario pontificio, Leonardo Dato, il primo codice polialfabetico della storia, messo a punto intorno al 1466.

Esso era costituito da due cerchi o dischi concentrici: in quello più esterno compare 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 i numeri 1, 2, 3, 4.



Osserviamo che il cerchio più esterno contiene lettere tutte maiuscole e ben ordinate (sono scritte, infatti, dalla A alla Z, anche se alcune lettere sono state omesse per timore di un'eventuale confusione: manca la U perché identificata con la V così come la J è stata associata alla I). Tale cerchio, però, contiene ben quattro numeri, dall'1 al 4.

Leon Battista Alberti, inoltre, utilizzava vari dischi interni, in base, ad esempio, al giorno in cui veniva inviato il messaggio. Il disco interno (quello riportato in figura è uno dei tanti possibili dischi interni) contiene una permutazione di altre 24 lettere (manca la lettera w ed è u = v) formanti l'alfabeto cifrante ed esso può ruotare rispetto al primo disco. Trattandosi di 24 lettere dell'alfabeto, il numero dei riordinamenti possibili, ovvero il numero dei dischi che bisognava costruire, era pari esattamente a 24! (si legge 24 fattoriale), essendo:

$$24! = 24 \times 23 \times 22 \times 21 \times \dots \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

Poiché il numero che si ottiene è eccessivamente grande è possibile costruire solo 365 dischi interni, tanti quanti sono i giorni dell'anno.

Esempio

Messaggio esatto: TERAMO E' UNA CITTA'

Messaggio da inviare: TERAMOEUNACITTA

Da notare che sono stati eliminati gli spazi e gli accenti.

Prima di cominciare a codificare il messaggio, va scelto il disco da utilizzare in accordo con il destinatario (sia esso quello riportato in figura) e poi va inizializzata la macchina fissando, a piacere, una lettera dell'alfabeto cifrante, ad esempio la a, da collocare sotto la A dell'alfabeto in chiaro, attraverso una rotazione del disco interno. Poiché c'è una corrispondenza biunivoca tra le caselle dei due dischi, allora alla lettera scelta come indice del codice, cioè la a, corrisponde una ed una sola lettera del disco esterno. Dopo aver posto la a sotto la A si inizia a codificare il messaggio tenendo conto della corrispondenza tra le lettere dell'alfabeto in chiaro e quelle dell'alfabeto cifrante.

I° PASSO) $T \rightarrow v, E \rightarrow b, R \rightarrow x \Rightarrow TER \rightarrow vbx$

Se continuiamo per questa strada, cioè usando un codice monoalfabetico, la probabilità che esso sia scoperta è estremamente alta per cui occorre cambiare alfabeto utilizzando uno dei quattro numeri che compaiono nell'alfabeto in chiaro. Scegliamo, ad esempio, **3**, da inserire tra la R e la A del messaggio da cifrare:

TERAMOEUNACITTA $\rightarrow$ TER3AMOEUNACITTA

II° PASSO) 3 $\rightarrow$ **l**

Cambiamo così l'inizializzazione portando la a, scelta all'inizio, sotto il numero 3 e procediamo come in precedenza:

III° PASSO) $A \rightarrow e, M \rightarrow y, O \rightarrow i \Rightarrow AMO \rightarrow eyi$

Cambiamo di nuovo alfabeto, scegliendo questa volta il numero **1**, da inserire tra la O e la E del messaggio da decifrare:

TERAMOEUNACITTA $\rightarrow$ TER3AM1O1EUNACITTA

IV° PASSO) 1 $\rightarrow$ **l**,

Inizializziamo nuovamente la macchina, portando la a sotto il numero 1 e proseguendo come al solito:

V° PASSO) $E \rightarrow c, U=V \rightarrow d, N \rightarrow x, A \rightarrow b \Rightarrow EUNA \rightarrow cdx b$

Si può ora cambiare di nuovo l'inizializzazione della macchina scegliendo un altro numero a piacere e ripetendo il discorso precedente, ottenendo così:

Messaggio in chiaro: TERAMOEUNA

Messaggio cifrato: vbxleyilcdxb

Per decifrare il messaggio chiaramente si utilizza lo stesso procedimento al contrario, conoscendo a priori il disco cifrante da utilizzare e l'inizializzazione della macchina.

Anche se la macchina dell'Alberti non ebbe molta fortuna lo stesso autore ne riconobbe i seguenti vantaggi:

- i) nessuna cifra è più rapida;
- ii) nessuna cifra è più facile a leggersi;
- iii) nessuna cifra, se si ignorano gli indici convenuti tra due persone, si può pensare più segreta.

La tendenza del periodo medioevale, quindi, era proprio quella di costruire dei semplici algoritmi per cifrare messaggi.

Nascono così altri vari codici polialfabetici, quali, ad esempio, quelli di Cardano e di Giovan Battista Bellaso.

Successivamente si avvertì la necessità di utilizzare la parola chiave introdotta, per la prima volta, dall'italiano Giovan Battista Della Porta (1563), inventore della camera oscura, rivale di Galileo Galilei al quale fu attribuito, dopo una lunga disputa, il merito di avere scoperto il cannocchiale, il commediografo, il crittografo, etc.

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

Si comincia con il fissare una parola del tutto arbitraria ma contenente lettere tutte distinte (ciò perché ad ogni parola corrisponderà un diverso alfabeto); sia AMBRISEMLO (abbiamo tolto tre I). 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

Ogni lettera di essa, ad esempio a, ci dice quale alfabeto dobbiamo usare per criptare la lettera del messaggio corrispondente. Nel caso generale quindi si deve dare una permutazione dell'alfabeto per ogni lettera della parola chiave. La costruzione di queste permutazioni costituisce il codice stesso. Come esempio vediamo, di seguito, il sistema di Della Porta:

<i>ab</i>	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
<i>cd</i>	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
<i>ef</i>	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
<i>gh</i>	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
<i>ij</i>	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
<i>kl</i>	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
<i>mn</i>	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
<i>op</i>	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
<i>qr</i>	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
<i>st</i>	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
<i>uv</i>	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
<i>wx</i>	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
<i>yz</i>	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

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 bidirezione tra i due insiemi di 13 elementi. Allora se la lettera della parola chiave che stiamo considerando è una a oppure una b, si cripta la lettera del testo corrispondente con l'alfabeto di nome *ab*, e così via.

Esempio

Testo in chiaro: TERAMOEUNACITTA

Parola chiave: PORTAPORTAPORTA

Testo cifrato: ?????????????

In primo luogo osserviamo che la parola chiave (porta) è ripetuta un numero di volte sufficienti a raggiungere la medesima lunghezza del testo in chiaro che, nel caso specifico, è costituito da 15 lettere.

Si procede ora nel seguente modo: stabiliamo in primo luogo una corrispondenza tra il testo in chiaro e la parola chiave.

T	E	R	A	M	O	E	U	N	A	C	I	T	T	A
P	O	R	T	A	P	O	R	T	A	P	O	R	T	A

Utilizziamo poi la tavola di Della Porta: poiché alla lettera T (di Teramo) è associata la lettera P (di porta) dobbiamo usare l'alfabeto *op*, cioè a T corrisponde A; analogamente alla lettera E (di Teramo) è associata la lettera O (di porta), per cui anche in questo caso dobbiamo utilizzare l'alfabeto *op*, cioè $E \rightarrow X$; proseguendo, alla lettera R (di Teramo) corrisponde la lettera R (di porta), quindi, questa volta, dobbiamo cambiare alfabeto, cioè usare *qr* ($R \rightarrow M$); continuando, si ottiene che: $A \rightarrow R$; $M \rightarrow Z$; $O \rightarrow I$; $E \rightarrow X$; $U \rightarrow C$; $N \rightarrow J$; $A \rightarrow N$; $C \rightarrow V$; $I \rightarrow O$; $T \rightarrow B$; $T \rightarrow C$; $A \rightarrow N$.

Dunque:

Testo cifrato: axmrzixcijnvobcn

Per essere in grado di compilare i messaggi secondo i sistemi esposti, gli operatori devono conoscere sia le chiavi sia i sistemi di cifratura. Alle volte, invece, si sono usati codici cifranti, cioè fascicoli contenenti liste di cifre o di lettere da sostituire alle rispettive voci. Queste liste possono essere costituite da parole, frasi o periodi, più frequentemente usati nei messaggi, con a fianco un gruppo cifrante, numerico o letterale, che può trasmettersi via telegrafo.

I sistemi monoalfabetici sono i più antichi; l'alfabeto cifrante è stabilito in un qualsiasi modo convenzionale e si può fare uso anche di segni nulli, nonché di omofoni, cioè di più segni rappresentanti la stessa lettera dell'alfabeto normale, usabili indifferentemente.

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

Tritemio, citato ampiamente da Umberto Eco nel pendolo di Foucault, usava rivestire i suoi molteplici codici, molti basati su peculiarità del latino, di misticismo. L'idea di base fu quella di aggiungere molte parole in modo che il messaggio finale avesse senso compiuto. In Tritemio appare anche il quadrato latino 26×26 usato come tavola per cifrare e decifrare. Questo quadrato può essere visto come la tavola di addizione di Z_{26} qualora che sia

$$A = 0, B = 1, \dots, Z = 25$$

L'introduzione di un codice polialfabetico, che ha raggiunto maggiore notorietà rispetto a quello dell'Alberti, va attribuito al francese Blaise de Vigenère.

Egli nel 1586 pubblica il suo codice nel quale fa uso di una tavola quadrata, già introdotta dall'abate Tritemio e nota come tavola di Vigenère, sulla quale vi è veramente molto da dire. Il quadrato è passato alla storia come quadrato o *chiffre carré* del Vigenère. Esso è stato molto in voga, sino a epoca relativamente recente, per scopi militari e diplomatici.

	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

La prima riga contiene l'alfabeto di Cesare. La seconda riga contiene l'alfabeto di Cesare slittato di un posto. La terza riga contiene l'alfabeto di Cesare slittato di due posti e così via.

Ogni riga della tavola, dunque, è un alfabeto di Cesare, a cui diamo il nome della lettera posta a sinistra. La tavola, cioè, contiene l'elenco di tutti i possibili codici di Cesare.

Per criptare un messaggio si usano tanti alfabeti di Cesare quante sono le lettere della parola chiave.

La tavola è un quadrato latino cioè una matrice in ogni riga e colonna della quale vi è una permutazione della prima riga o colonna⁴⁷. Il segreto di questo codice è tutto nella parola chiave. Quindi, il destinatario del messaggio conosce la parola chiave ed è quindi in grado di decifrare il messaggio in arrivo usando il procedimento al contrario⁴⁸.

Esempio

Testo chiaro: VIGENERE

Chiave: **APEAPEAP**

Testo cifrato: VXKECIRT

Dopo aver scritto il testo chiaro, ovvero il messaggio, bisogna ripetere la parola chiave (nel nostro caso **ape**) un numero di volte sufficienti per coprire il messaggio.

Per l'uso della suddetta tabella si adotta generalmente una chiave letterale consistente per lo più in una parola o in una frase, e la cifratura ha luogo, sostituendo ogni lettera del testo chiaro con quella della colonna verticale, nel punto d'intersezione delle colonne cominciati rispettivamente con la lettera da cifrare e con la corrispondente lettera della chiave, o viceversa. Pertanto risulta:

- V si codifica usando A
- I si codifica usando P
- G si codifica usando E
- E si codifica usando A
- N si codifica usando P
- E si codifica usando E
- R si codifica usando A
- E si codifica usando P

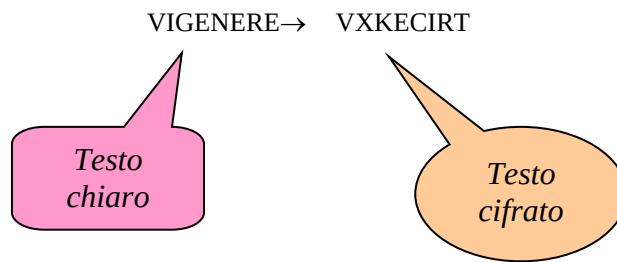
Ne segue che:

- l'intersezione tra V ed A è V;
- l'intersezione tra I e P è X;
- l'intersezione tra G ed E è K;
- l'intersezione tra E ed A è E;
- l'intersezione tra N e P è C;
- l'intersezione tra E ed E è I;
- l'intersezione tra R ed A è R;
- l'intersezione tra E ed P è T.

Dunque:

⁴⁷ Si tratta anche della tabella additiva delle classi resto modulo 26, quindi un esempio di gruppo finito.

⁴⁸ Ovvero la sottrazione modulo 26



Possono pure compilarli tabelle per cifratura polialfabetica aventi per alfabeto base un alfabeto invertito, che sia cioè una permutazione dell'alfabeto ordinario.

Sono stati ideati anche sistemi a rappresentazione numerica, nei quali gli alfabeti cifrati sono costituiti da numeri, ma essi non differiscono in maniera sostanziale, agli effetti del segreto crittografico, da quelli letterali.

Altro esempio di codice polialfabetico è rappresentato dal cosiddetto "codice dello spillo", basato esclusivamente sulle prime facciate di un giornale. Questo tipo di codice si rivelò molto efficace durante il periodo della guerra.

Esempio

Testo chiaro: Alea iacta est

Ogni volta che troviamo una lettera del testo chiaro nella prima pagina del giornale dobbiamo apportare un buco con lo spillo su tale lettera. Ultimata questa operazione dobbiamo piegare il giornale e lasciarlo in un posto precedentemente convenuto con il destinatario che provvederà a raccogliere il giornale e a leggerlo.

I sistemi polialfabetici possono essere a *chiave fissa*, a *chiave variabile*, a *interruzione della chiave* e *autocifranti*. Nei sistemi a chiave variabile e in quelli a interruzione della chiave occorre stabilire per convinzione il modo in cui si deve segnalare al destinatario del messaggio il cambio o l'interruzione nell'uso della chiave. Nei sistemi autocifranti si adopera la chiave per le prime lettere del testo e si usa poi, come chiave, o lo stesso testo chiaro o il testo segreto ottenuto.

Si può ricorrere per la sostituzione polialfabetica all'uso di "*macchine cifranti*". Ciò consente di eseguire rapidamente le operazioni di cifratura pur adoperando chiavi diverse e di notevole lunghezza. La cifratura per sostituzione può anche aver luogo per poligrammi, cioè per gruppi di un numero fisso di lettere, e per frazioni di lettere, cioè sostituendo le singole lettere del testo chiaro con gruppi di lettere o di cifre o di altri segni convenzionali che si sottopongono poi a seconda cifratura. La cifratura potrebbe anche aver luogo per sillabe, ma i sistemi di questo tipo sono rarissimi e invero poco pratici. Le macchine cifranti moderne sono naturalmente i computer, ove tutto è veloce e dove la grande mole di lavoro non conta.

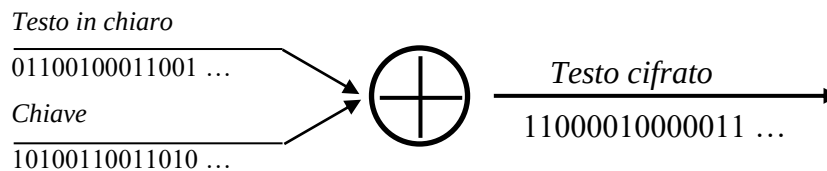
I sistemi a *repertorio*, che si ritengono ideati nel sec. XVII, sono di larghissimo uso nei tempi moderni, in quanto consentono maggior garanzia di sicurezza in confronto dei sistemi letterali e producono, d'altra parte, una notevole economia di spese telegrafiche. I repertori, altrimenti chiamati codici, vocabolari telegrafici, dizionari cifrati, ecc., sono libri o anche programmi di computer contenenti un certo numero di voci, a ciascuna delle quali corrisponde un gruppo cifrante, composto generalmente di quattro o cinque lettere dell'alfabeto o di cifre arabe.

Subito dopo la seconda guerra mondiale si assistette al caso di Pearl Harbor, base militare aereo–navale statunitense dal 1887. Attaccata il 7 dicembre 1941 dalle forze giapponesi diede il via alle ostilità nippo-statuntensi. Ma i messaggi erano stati decrittati ed i crittoanalisti sapevano già dell'attacco.

Inoltre si capì che un messaggio, attraverso opportuni codici, poteva essere scritto come una sequenza di 0 e di 1, utilizzando il codice ASCII o qualsiasi sua variante. Del resto, se si pensa ad una codifica tipo Vigenère si può dimostrare che se la chiave ha la stessa lunghezza del testo e la sequenza $k_1, k_2, \dots, k_n$ è casuale (cioè prodotta dal meccanismo di testa e croce), allora il codice non si può rompere indipendentemente dalle operazioni fatte (teorema di Turing). Per cui si cercò di cambiare sistema considerando sia il testo chiaro che la chiave come una sequenza di 0 e di 1. L'addizione è quella di Boole, cioè:

$$0 + 0 = 0, 1 + 1 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1$$

IL SISTEMA ONE-TIME PAD

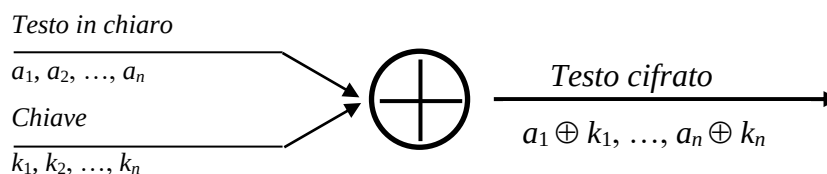


Infatti risulta:

$$\begin{array}{r} 01100100011001 \dots \\ \oplus \\ 10100110011010 \dots \\ \hline 11000010000011 \dots \end{array}$$

poiché 0 (del testo in chiaro) $+ 1$ (della chiave) $= 1$ (del testo cifrato), $1 + 0 = 1$, $1 + 1 = 0$, $0 + 0 = 0$, e così via.

IL SISTEMA VERNAM



I metodi sopra illustrati sicuramente sono tra i più sicuri ma non consentono di trasmettere chiavi in tempo reale; attualmente, quindi, non è ancora stata trovata una soluzione del problema ma sono state scoperte delle chiavi cosiddette pseudocasuali.

2.4. Il problema statistico

Una simpatica storiella crittografica mostra come, a volte, non bisogna fidarsi di piccole statistiche per generalizzare un problema.

Esempio

Un intruso, volendo carpire la parola d'ordine di un accampamento militare, si nasconde dietro un cespuglio, in prossimità dell'ingresso dell'accampamento, ed ascolta quanto segue:

la sentinella domanda: dodici?

il 1° soldato risponde: sei! e passa;

la sentinella domanda: dieci?

il 2° soldato risponde: cinque! e passa;

la sentinella domanda: otto?

il 3° soldato risponde: quattro! e passa;

la sentinella domanda: sei?

il 4° soldato risponde: tre! e passa;

la sentinella domanda: quattro?

l'intruso risponde: due!

e così viene fulminato da un colpo di fucile.

Per passare senza alcun problema, infatti, l'intruso doveva pronunciare il numero delle lettere componenti il numero della domanda, quindi, nel caso specifico, sette invece di due!

Dunque, non bisogna mai accontentarsi di una piccola statistica ma occorrono numeri sufficientemente grandi per poter effettuare in modo corretto le statistiche.

La decrittazione dei crittogrammi é la traduzione di essi in linguaggio chiaro, eseguita da chi non sia a conoscenza dei cifrari e delle chiavi costituenti la base del segreto.

I metodi usati per decrittare i messaggi si basano su considerazioni statistiche, in particolare sulle caratteristiche di ciascuna lingua, cioè sul fatto che in ogni lingua le singole lettere, alcuni bigrammi e trigrammi e certe parole si ripetono più frequentemente di altre. Si chiama logoscopico il calcolo statistico delle parole, frasi e periodi che più frequentemente si riscontrano nel linguaggio. Il lavoro di decrittazione consiste in successive induzioni e deduzioni in merito al presumibile significato dei testi presi in esame e può essere agevolato da alcune circostanze favorevoli, quali il possesso di più testi cifrati relativi allo stesso testo chiaro, ma ottenuti con cifrari diversi, la conoscenza anche vaga del sistema di cifratura adottato, la conoscenza parziale o totale del testo chiaro corrispondente a qualche testo cifrato del quale si sia in possesso. Quindi cifrando un testo chiaro, se ad ogni lettera, o gruppo di lettere o parole si sostituisce un

determinato segno, questo si ripeterà con la stessa frequenza del testo chiaro, cosicché alla lettera o alla cifra più frequentemente ripetuta nel testo cifrato, con ogni probabilità corrisponderà la lettera o la parola più frequente nel linguaggio chiaro, tenendo conto chiaramente del fatto che la frequenza cambia in base alla lingua utilizzata, ovvero è costante solo all'interno di precisi margini presi in considerazione.

Le basi linguistiche della decrittazione consistono nelle caratteristiche particolari di ciascuna lingua e cioè nelle sequenze percentuali delle lettere, dei bigrammi e trigrammi più comuni e di alcune parole, nelle sequenze percentuali delle lettere e di alcune parole tra di loro, nelle sequenze obbligate o molto probabili, in quelle escluse o assai poco probabili, nelle terminazioni più frequenti delle parole, ecc. I dati caratteristici delle principali lingue sono contenuti in varie opere di crittografia.

Ad esempio nella lingua italiana il 45% delle lettere sono vocali e le sequenze con le quali si ripetono le varie lettere sono le seguenti:

A = 10, 41%	B = 0, 95%	C = 4,28%
D = 3, 82%	E = 12, 63%	F = 0, 75%
G = 2, 01%	H = 1, 10%	I = 11, 62%
L = 6, 61%	M = 2, 58%	N = 6, 49%
O = 8, 71%	P = 3, 26%	Q = 0, 57%
R = 6, 70%	S = 6, 04%	T = 6, 06%
U = 3, 04%	V = 1, 51%	Z = 0, 93%

Se, quindi, volessimo scrivere in sequenza le lettere dell'alfabeto italiano in base alla frequenza decrescente, avremmo:

E = 12, 63%	T = 6, 06%	G = 2, 01%
I = 11, 62%	S = 6, 04%	V = 1, 51%
A = 10, 41%	C = 4,28%	H = 1, 10%
O = 8, 71%	D = 3, 82%	B = 0, 95%
R = 6, 70%	P = 3, 26%	Z = 0, 93%
L = 6, 61%	U = 3, 04%	F = 0, 75%
N = 6, 49%	M = 2, 58%	Q = 0, 57%

Esempio

Nel seguente messaggio cifrato:

VSNHQ HPNFM HVHLA RQRQR VZUND LHQZN

si contano 5 H, 4 N, 4 Q, 3 R e 3 V alcune delle quali con ogni probabilità saranno vocali. Perciò quasi sicuramente la H corrisponderà alla "E". Risulta probabile, quindi, che, dato l'argomento in questione, la prima parola sarà "spie" e quindi V = S ed S = P. Perciò il crittogramma è stato ottenuto con un alfabeto spostato di tre posti. Un'accurata verifica ci darà il seguente testo chiaro: "Spie nemiche seguono nostri agenti".

Bisogna però precisare che i metodi di decrittazione sopra riportati sono i più semplici da usare. Ove non si conosca o non si presuma a quale sistema crittografico appartiene il metodo di cifratura, si deve anzitutto eseguire questa indagine, la quale spesso non presenta grandi difficoltà, possedendo i sistemi più usuali delle caratteristiche particolari. Non è raro tuttavia, e ciò avviene generalmente per i sistemi misti, che nel testo non si rilevino sufficienti indizi per la determinazione del sistema di cifratura; in questi casi il lavoro di crittoanalisi è, naturalmente, più difficile e può anche non portare, in mancanza di circostanze favorevoli, a un pratico risultato.

La decrittazione dei sistemi letterali a trasposizione si tenta mediante successive disposizioni e spostamenti delle lettere del testo cifrato, sino a quando non si riscontra qualche combinazione di lettere, parte di parola o parola, che valga a mettere sulla buona via.

Per i sistemi letterali a costituzione monoalfabetica la decrittazione consiste nella ricostruzione dell'alfabeto cifrante.

Sia dato ad esempio il seguente crittogramma, che si presume riferirsi a un testo chiaro scritto in lingua italiana:

KSAJOHTQSVTKHXHJKTQPZJHQM TZFJATXS
ZQTJNNZTXJDTKHSXHFTPHMHEY SNZTDTE
TKKTETQE HKHJOHTQSILAASZHD TETQMSZS
QOJNJQJFSZHEJQJ

Il calcolo delle frequenze letterali dà il seguente risultato: 17 T; 13 H; 12 J; 10 Q; 10 S; 8 Z; 7 K; 6 E; 4 A; 4 N; 4 X; 3 D; 3 F; 3 M; 3 O; 2 P; 1 I; 1 L; 1 V; 1 Y.

Il confronto delle suddette frequenze con quelle medie della lingua italiana (e = 12, 6%; i = 11,6%; a = 10, 3%; o = 8, 7% ecc.) fa presumere che quattro delle lettere T, H, J, Q, S rappresentino le 4 vocali a, e, i, o; nel testo si riscontrano i bigrammi HT, HJ, HS, dei quali i primi due ricorrono due volte ciascuno, e poiché i dittonghi più frequenti in italiano sono io, ia, ie, può ritenersi H = i. I trigrammi HTQ e JQJ, che ricorrono due volte l'uno, e JHQ inducono a presumere, in considerazione della scarsa frequenza dei dittonghi, che Q rappresenti una consonante e, dato ciò, può presumersi T = o e Q = N. Il gruppo HTQS (ione) che ricorre due volte, fa ritenere S = e e conseguentemente J = a, dopo di che la posizione e la frequenza della Z fanno presumere Z = R. A questo punto il crittogramma presenta l'aspetto seguente:

K	S	A	J	O	H	T	Q	S	V	T	K	H	X	H	J	K	T	Q	P	Z	J	H	Q	M	T	Z	F	J	A	T	X	S
e	a		i	o	n	e		o		i		i	a		o	n	r	a	i	n		o	r		a		o		e			
Z	Q	T	J	N	N	Z	T	X	J	D	T	K	H	S	X	H	F	T	P	H	M	H	E	Y	S	N	Z	T	D	T	E	
r	n	o	a			r	o		a		o		i	e		i		o		i		i		e		r	o		o			
T	K	K	T	E	T	Q	E	H	K	H	J	O	H	T	Q	S	I	L	A	A	S	Z	H	D	T	E	T	Q	M	S	Z	S
o		o		o	n		i		i	a		i	o	n	e						e	r	i		o		o	n		e	r	e
Q	O	J	N	J	Q	J	F	S	Z	H	E	J	Q	J																		
n	a		a	n	a		e	r	i		a	n	a																			

Riesce ora facile completare il lavoro di decrittazione, dal quale il testo chiaro e l'alfabeto convenzionale risultano ricostituiti così:

Testo chiaro: "Legazione Bolivia Londra informa Governo approvato lievi modifiche protocollo conciliazione suggerito conferenza panamericana".

Alfabeto chiaro: 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

Alfabeto cifrante: JVEPSMAYH KFQT N ZIDLX O

La decrittazione dei sistemi letterali a sostituzione polialfabetica si fonda sui seguenti principi, rilevati dal Kasiski e dal Kerckhoffs:

- a. in qualunque testo cifrato due poligrammi simili sono, salvo casi eccezionali, il prodotto di due gruppi di lettere uguali cifrati con alfabeti uguali;
- b. il numero delle cifre compreso nell'intervallo dei due poligrammi simili è un multiplo del numero di lettere della chiave.

Determinata la lunghezza della chiave, ciò che equivale a determinare il numero degli alfabeti cifranti, si divide il testo in gruppi di lunghezza pari a quella della chiave e si calcolano le frequenze delle lettere che occupano nei gruppi lo stesso posto; confrontando le frequenze suddette con quelle medie della lingua è possibile quasi sempre intuire il significato delle lettere più frequenti e formare in tal modo, in successivi tentativi, gruppi di lettere, parti di parole e parole, tenendo conto del presumibile contenuto del messaggio.

Se gli alfabeti convenzionali sono disposti normalmente (tabella del Vigenère e simili) la conoscenza del significato di una lettera in un alfabeto ha per conseguenza quella del valore di tutte le altre lettere nello stesso alfabeto. Ciò non si verifica per i sistemi ad alfabeti intervertiti, nei quali però, se l'interversione è regolare, si ha l'equidistanza relativa delle varie lettere in tutti gli alfabeti e conseguentemente si deduce, dal significato di una lettera in più alfabeti cifranti, il valore che hanno in tutti questi alfabeti le lettere di cui si conosca il significato soltanto per uno di essi.

Per i sistemi a rappresentazione numerica, tanto monoalfabetici quanto polialfabetici, i metodi di decrittazione non sono diversi da quelli innanzi indicati per le rispettive categorie di sistemi a rappresentazione letterale.

La decrittazione dei sistemi a repertorio si tenta in base al confronto della frequenza dei gruppi cifranti con quella delle parole di uso più frequente nella lingua ovvero delle cosiddette parole vuote più importanti (articoli, verbi ausiliari, preposizioni, congiunzioni). La posizione di questi gruppi nel testo, il presumibile contenuto del messaggio, ed eventualmente la conoscenza, parziale o totale, di qualche testo chiaro corrispondente a un testo cifrato di cui si disponga, danno modo di intuire il significato di altri gruppi e di procedere nel lavoro di decrittazione.

La decrittazione dei repertori ordinati e non sopracifrati è in linea di massima possibile, ove si disponga di testi aventi complessivamente una lunghezza opportuna, dato che la conoscenza o presunzione del significato di alcuni gruppi cifranti costituisce una guida di grande importanza.

Circostanza particolarmente favorevole è l'esistenza di serie di gruppi che facciano pensare ad una parola, generalmente nome proprio, cifrata mediante cifratura delle lettere o delle sillabe. Per esempio, se in un testo ottenuto con un repertorio di 10000 voci che si ritenga in lingua italiana e in ordine normale, si riscontra una serie di gruppi come la seguente, si deve presumere che essa rappresenti un nome proprio e che i singoli gruppi corrispondano ad una vocale o ad una consonante secondo queste indicazioni:

3733	3409	7462	7462	0002	7462	4517
conson	vocale	conson	conson	vocale	conson	vocale

Il gruppo 0002 è senza dubbio uguale ad a; i gruppi 3409 e 4517, data la distanza dall'inizio del cifrario e la loro distanza rispettiva equivalgono presumibilmente ad e ed i; la consonante rappresentata da 3733 è molto probabilmente f. Il gruppo 7462 sarà presumibilmente corrispondente a p, r, s, ma, poiché delle tre ipotesi "Feppapi", "Ferrari", "Fessasi" la seconda è evidentemente la più probabile, può concludersi ritenendo $7462 = r$. In tal modo si pongono dei punti di riferimento abbastanza attendibili per la ricostruzione del cifrario ed è agevole proseguire il lavoro di decrittazione, deducendo anzitutto, in base al calcolo delle frequenze, il significato delle parole vuote più importanti.

Per i repertori paginati e sempre non sopracifrati si procede in maniera analoga, tenendo conto non soltanto delle frequenze dei singoli gruppi cifranti ma anche di quelle complessive dei gruppi contenuti in ogni pagina.

Molto più difficile è la decrittazione dei repertori intervertiti e non sopracifrati per la mancanza di qualsiasi ordine nella disposizione dei gruppi cifranti corrispondenti alle voci chiare; il lavoro, generalmente, può avere pratico risultato soltanto ove ricorra qualche circostanza favorevole o soccorra un'intuizione particolarmente felice, e comunque disponendo di un adeguato numero di messaggi cifrati.

Il problema della decrittazione dei sistemi a codice (intervertito o non) sopracifrato è di estrema complessità ed è anche piuttosto lungo descrivere casi particolari per farsi un'idea. Comunque, va detto che un tale problema è di fatto teoricamente impossibile se non vi sono sovrapposizioni nell'impiego del verme di sopracifratura. Se sovrapposizioni vi sono, si riesce ad eliminare la complicazione dovuta al verme, lavorando sulle "differenze" fra i gruppi costituenti la differenza prima dei messaggi. Il "procedimento" usato è piuttosto complesso ed è praticamente impossibile descriverlo in questo lavoro.

Il problema è molto più complicato che nei codici di Cesare o comunque monoalfabetici. Si pensi che il codice di Vigenère è stato usato da vari eserciti resistendo ai vari "attacchi" che i crittoanalisti gli hanno dato per ben tre secoli. Nel 1863 un ufficiale prussiano, Kasiski, forzò il codice di Vigenère con un metodo noto come test di Kasiski. Il test di Kasiski è basato sui seguenti punti:

- il messaggio è "sufficientemente lungo";
- Il primo passo è "trovare la lunghezza della parola chiave";
- Il secondo passo è "trovare le lettere della parola chiave".

Circa il primo passo iniziamo con il ricercare nel messaggio cifrato tutte le sequenze (cioè i gruppi) di tre o più lettere consecutive che si ripetono. E' molto probabile che a sequenze uguali del cifrato corrispondano sequenze uguali del testo in chiaro. In ogni caso è questa una ipotesi di lavoro compatibile con la lunghezza del messaggio. Se è così vuol dire che le prime lettere di sequenze uguali sono state criptate con lo stesso alfabeto della tavola di Vigenère, analogamente le seconde, le terze, ecc. Da ciò segue che alle prime lettere delle sequenze uguali corrisponde la stessa lettera della parola chiave, analogamente alle seconde lettere e così via. Ma allora, se la distanza (= numero delle lettere) tra due sequenze uguali è un multiplo della lunghezza della parola chiave, quanto è lunga la parola chiave? Molto probabilmente la sua lunghezza è pari al M.C.D. delle distanze tra le sequenze uguali tra loro, che si ripetono.

Chiaramente una distanza "strana" tra due sequenze uguali, nel senso che non ha divisori comuni con le altre distanze, deve essere scartata; questo è il motivo per cui abbiamo detto "molto probabilmente la sua lunghezza ...". Ciò accade quando due sequenze uguali non corrispondono a due sequenze uguali del testo in chiaro.

Trovata la lunghezza d della parola chiave cerchiamo le lettere che la compongono. Notiamo che, nel testo cifrato, alla prima lettera, alla $(d + 1)$ -ma lettera, alla $(2d + 1)$ -ma lettera, ... corrisponde la stessa lettera della parola chiave e quindi

tutte queste lettere sono state criptate con uno stesso codice di Cesare (cioè con una stessa riga del quadrato di Vigenère). Segue, ripetendo il ragionamento, che la seconda, la $(d + 2)$ -ma, la $(2d + 2)$ -ma riga sono anche loro crittografate usando uno stesso codice di Cesare. In definitiva ciascuna delle righe seguenti sono crittografate con una stessa lettera della parola chiave:

$\{ I, (d + 1)\text{-ma}, (2d + 1)\text{-ma}, \dots \}$
 $\{ II, (d + 2)\text{-ma}, (2d + 2)\text{-ma}, \dots \}$
 $\{ III, (d + 3)\text{-ma}, (2d + 3)\text{-ma}, \dots \}$
.....
.....
 $\{ d\text{-ma}, 2d\text{-ma}, 3d\text{-ma}, \dots \}$

Le lettere di ognuno di questi insiemi sono state criptate con lo stesso codice di Cesare. Allora studiamo la frequenza delle lettere in ognuno di essi, con lo stesso metodo usato nei codici di Cesare. Così scoperta una lettera, è noto il codice di Cesare usato, e quindi anche il nome dell'alfabeto (cioè, la lettera che compare in testa), che ci dà la lettera della parola chiave. In questo modo il codice di Vigenère è forzato e quindi perde il suo interesse.

E proprio dall'idea di Vigenère nacque un codice completamente sicuro, precisamente il codice di Vernam (1926), sopra analizzato.

STORIA DEGLI STRUMENTI DI CALCOLO DALL'ANTICHITÀ AL PENSIERO CONTEMPORANEO

3.1 Gli strumenti di calcolo nell'antichità 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 diverso fine.

I primi ausili per calcolare sono state le dita alle quali poco alla volta si aggiunsero alcuni 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.

Il primo strumento di calcolo che la storia possa ricordare è l'*abbaco* (o anche *abaco*), che 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 minime varianti, 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 sé, 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 poter contare. 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 Han 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, nell'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 Solla 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 30x15x5, 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 tra quelli conosciuti. Troviamo inoltre circa trenta diverse ruote dentate e ingranate di dimensioni diverse e montate su assi a rotelle dentate e un albero di trasmissioni del movimento.

Il *planetario di Andikithira* 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 abducenti, 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 Geminio, che avrebbe avuto 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.

A differenza del planetario di Andikithira, il quale non ebbe nell'antichità una grande diffusione, l'*abaco*, al contrario, divenne uno strumento molto utilizzato per i calcoli tant'è che ebbe, nelle varie civiltà antiche, alcune varianti per lo più di carattere geografico:

- *l'abaco greco*, i cui dettagli operativi sono stati dimenticati;
- *l'abaco romano* a scanalature (citati da Lucilio, Orazio, Cicerone et al.);
- *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* che hanno anche loro provenienza asiatica.

In Europa l'abaco fu oggetto ben conosciuto nel Medioevo e 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. 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. È 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 abbaci 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 Pythagoreus* 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.

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 come il metodo "gelosia", 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.

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.

3.2. Dai bastoncini di Nepero alle calcolatrici meccaniche

Un insieme di oggetti che hanno segnato profondamente la storia delle apparecchiature di calcolo sono i cosiddetti *bastoncini di Nepero* (o *rabdos*) o anche ossa di Nepero. (Il nome ossa di Nepero 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: 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. Erano tempi nei quali l'interesse per il calcolo aveva ripreso vigore, nel 1509 Ludolphe Van Colen 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. Erano nate le tavole trigonometrico-astronomiche di Gorge Joachin Rheticus (1514-1574) 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 passò 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 davvero complesse. Lo strumento, formato da un'intera cassetta di bastoncini, era di fatto un moltiplicatore, che permetteva di risparmiare molte ore di calcolo. I nuovi oggetti, i bastoncini e gli oggetti matematici soggiacenti 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 per cui l'oggetto è entrato 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 la sua forma attuale: un corpo su cui si trovano delle scale fisse; un asta scorrevole con varie scale mobili, alcune rappresentate davanti ed altre dietro; un cursore con una o più linee di riferimento. Oughtred nel 1652 pubblica il volume *Clavis mathematicae denovo limata*, una sintesi della sua opera. È del 1652 il volume di Oughtred dal titolo: *Clavis Mathematicae denovo limata*, (Londra, 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, ad esempio 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.

La lunghezza dei righelli limita la precisione delle relative scale. Con le barrette normali, lunghe 25 cm, si ottiene nei casi migliori, una precisione dello 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. 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 Amédée 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, radici e logaritmi.

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

3.2.1. 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 (1608-1666), 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 Henri 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 da un geniale professore di Tübingen, 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. È 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 appare 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 singolo dente, 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, ad esempio 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.

3.3.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 piuttosto facili; questo per via delle proprietà dei logaritmi⁴⁹ che vogliamo richiamare, utilizzando naturalmente l'attuale simbolismo.

Il passaggio da un logaritmo al numero che lo produceva e viceversa era facile per via delle tavole ed il gioco era fatto. Inoltre le tavole che si producevano erano sempre più precise. Il calcolo con il regolo che via 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, ad esempio 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. Furono costruiti numerosi regoli per impieghi speciali. L'unico problema che rimaneva era 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 adattò meccanismi ad orologeria con l'obiettivo di perfezionare la calcolatrice di 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 Leibniz (1646-1717), che perfezionò la pascalina con modifiche che permettevano di fare moltiplicazioni, divisioni ed anche radici quadrate. La macchina di Leibniz, detta anche calcolatrice a livelli, fu presentata nel 1694 alla Royal Society di Londra, e queste macchine dominarono la scena

⁴⁹ 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 verifichi 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 consiste nel fatto che se anche si conosceva l'esistenza del numero logaritmo, il più delle volte non si sapeva allora come non si sa oggi, come trovarlo con esattezza. Furono quindi realizzate le tavole, che 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 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" oppure "ln" è riservato ai logaritmi in base "e"). Il riporto era possibile per via della seguente importante proprietà che si chiama "cambiamento di base": $\lg_a b = \lg b / \lg a$. È 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 formule: $\lg(a * b) = \lg a + \lg b$, $\lg(a / b) = \lg a - \lg b$, $n \lg a = \lg a^n$, $(1/n) \lg a = \lg a^{(1/n)}$.

fino a tutto il primo ventennio dell'ottocento. Leibniz, 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 Charles-Xavier Thomas De Colmar, che ebbe un grande uso in commercio e le versioni di circa cinquanta anni dopo di Frank Stephen Baldwin e Willgodt Theophil Odhner. Ma doveva essere l'avvento del lavoro pionieristico di Babbage a segnare un cambio di epoca.

3.4. 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 suo 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 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 aveva tra i suoi obiettivi quello di lottare contro 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 fabbrica*, pubblicata 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 Chambers 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 Aristotele.

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 Chambers, 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 Rousseau, Turgot, Montesquieu e Voltaire.

3.5. 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 i fisici che operarono in tutto il XIX secolo, dopo la nascita del calcolo infinitesimale (Newton e Leibniz) e della geometria analitica (Cartesio e Monge), misero a punto diverse interessanti teorie anche nella direzione della fisica. Le verifiche delle loro brillanti ipotesi erano altamente frenate dall'enorme quantitativo di calcoli numerici che dovevano essere fatti. Inoltre, dopo la fine della guerra, forti pressioni spingevano verso 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 Vaucanson che utilizzava una sequenza di schede perforate al posto del rotolo di Bouchon e successivamente nel 1733 da J. 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 Leibniz, con le funzioni logiche; in altre parole la macchina, che aveva diverse caratteristiche, doveva essere in grado di prendere delle decisioni in funzione dei risultati.

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. 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:

- combinare l'uso delle funzioni aritmetiche con le funzioni logiche;
- combinare l'aspetto analitico, tipo pascalina, con l'aspetto digitale, tipo la macchina di Leibniz;
- prendere delle decisioni in funzione dei risultati;
- confrontare delle quantità;
- eseguire istruzioni prestabilite;
- 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 Augusta 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.

Scrisse 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:

1. trovare il valore di una qualsiasi espressione di cui fosse nota la sequenza delle operazioni (algoritmo);
2. 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), Joseph Bramah (1780), Pellegrino Turri (1808) ed infine colui che si considera l'inventore della macchina e cioè Xavier Progin ed 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*.

3.6. Dagli Scheutz a Zuse: il primo computer elettromeccanico

Lo svedese George Scheutz⁵⁰, tranquillo, modesto ma estremamente tenace era ben diverso da Babbage, il quale risultava a molti litigioso e fin troppo consapevole della sua bravura. Scheutz, capacissimo ad ispirare fiducia e a procurarsi sovvenzioni, senza lasciarsi toccare dall'incomprensione e dai riconoscimenti, realizzò un prototipo semplificato della macchina "macchina delle differenze" di Babbage, ottenendo così il successo non avuto dall'altro. Costruì un primo modellino e nell'operazione coinvolse anche il figlio sedicenne Edvard. Nel 1853, anno in cui Edvard raggiunse la maggiore età, la macchina fu completata e rese il nome di *macchina tabulatrice*, questa venne esposta a Londra e nel 1854 riuscì perfino a venderla agli Stati Uniti e più precisamente all'Osservatorio astronomico di Albany (New York) che, a partire dal 1858, la utilizzò per il calcolo delle effemeridi di Marte.

Nel 1880 Herman Hollerith memorizzò per la prima volta dei valori numerici su schede perforate standardizzate: alcuni contatti elettrici leggevano la presenza dei fori e un'addizionatrice svolgeva l'elaborazione successiva.

Konrad Zuse⁵¹, ingegnere aeronautico berlinese, nel 1938 ideò ed in seguito realizzò il primo computer

⁵⁰ 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 le quali evidenziano 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 dal 1861 al 1873, l'ultimo periodo della sua vita.

⁵¹ Konrad Zuse (1910-1993) 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'efficietismo 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 a lui 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 testimonio di quest'impulso." Da studente liceale dopo la proiezione del film *Metropolis* dell'austriaco Fritz Lang (1890-1956) 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

elettromeccanico moderno unendo tre elementi ritenuti fondamentali nell'informatica del tempo: l'algebra booleana, la tecnologia delle schede perforate di Hollerith ed i relé, già in uso nei calcolatori meccanografici. In questo modo, Zuse costruì lo Z1, ed in seguito lo Z2 (perfezionamento del prototipo Z1). L'intuizione che permise di costruire tale macchine fu fatta anche da Claude Elwood Shannon nella sua tesi del MIT e si basava sul fatto che i relé possono assumere due stati fisici (in presenza o in assenza di corrente). Zuse, quindi, non fece altro che adattare l'aritmetica booleana (binaria) ai relé considerando il fatto che al passaggio della corrente era possibile misurare uno stato zero oppure uno. Questa tecnica permise quindi di poter rappresentare i numeri all'interno del calcolatore. Inoltre all'interno dello Z1 venne fatta netta distinzione tra quella che era la memoria del sistema ed il processore. Zuse progettò una vera e propria generazione di Zx, infatti dallo Z1 si giunse allo Z4, che utilizzava esattamente 2200 relé e pesava 2 tonnellate e mezzo, occupando una superficie pari a 20 mq.

3.7. 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 Leibniz 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 (vedi ...), 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, alla 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 (inserire riferimento al I libro). 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). È 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 (vedi I libro).

Lo studio dei successivi periodi della storia dell'informatica è bene guardarli ponendo l'attenzione su tre punti di vista relativi ad alcuni momenti evolutivi di interesse notevole:

sulle 20 ore che compongono il giorno artificiale, imposto da Joh Fredersen il padrone di Metropolis, 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 sovravoro.

- a) I passi seguiti per condurla alla sua definizione nella forma attuale, asserente che *l'informatica è la disciplina che si occupa della conservazione, dell'elaborazione e della gestione rigorosa dell'informazione oltre alla sua trasmissione mediante calcolatore elettronico*.
- 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 (Cfr. I libro pag.).

3.8. 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, in quanto per la prima volta nessuno riusciva a decrittare con carta e penna le informazioni protette dall'Enigma. Furono gli Inglesi che ne operarono la decrittazione. 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'EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*) una macchina funzionante grazie ad un programma preregistrato. A quel progetto parteciparono John Mauchly e John Prosper Eckert, che nel 1945 costruirono l'ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), alla cui costruzione collaborò anche Herman H. Goldstein. Eniac è considerato il primo calcolatore moderno e perciò, per alcuni autori delimita il confine tra preistoria e storia dell'informatica.

3.9. Gli anni Cinquanta

Nel 1950 una piccola società di Filadelfia, fondata dagli inventori dell'Eniac, John Prosper Eckert e John Mauchly, era sulla buona strada verso il completamento di un nuovo computer, più veloce e più potente, l'UNIVAC (*Universal Automatic Computer*). La maggiore innovazione hardware della nuova macchina era costituita dall'utilizzo del nastro magnetico per l'input/output dei dati e di una stampante per visualizzarne il contenuto, il tutto in sostituzione delle

schede perforate, mentre dal punto di vista architetture l'Univac a differenza dell'Eniac, poteva essere programmato per svolgere qualsiasi compito. Con la nascita dell'Univac, quindi, viene alla luce il concetto di macchina general purpose, cioè di un computer che non siano dedicato ad un solo possibile utilizzo, ma che può essere programmato per fare qualsiasi attività; oggi un esempio eclatante di computer general purpose è il Personal Computer di casa. La nuova azienda, EMCC (Eckert-Mauchly Computer Corporation), dovette purtroppo affrontare grosse difficoltà, in quanto i suoi fondatori non erano di certo degli uomini d'affari: Eckert era la mente tecnologica e Mauchly risultava essere lo scienziato. In particolar modo, il compito di quest'ultimo era di ricercare mezzi più veloci per il calcolo matematico, e a forza di muoversi verso tale direzione, lui stesso iniziò a concepire il computer, non come una potente calcolatrice, ma come una macchina in grado di risolvere una varietà di problemi diversi tra loro e anche legati al business. L'incalzare però delle difficoltà economiche, costrinse i due scienziati a vendere l'EMCC a Remington Rand, azienda produttrice di macchine tabulatrici e macchine da scrivere. L'Univac venne utilizzato, inizialmente, dall'Ufficio del Censimento degli Stati Uniti, dall'Esercito, che lo impiegò per calcoli balistici ed in seguito dall'Aeronautica militare, che lo utilizzò per l'amministrazione dei suoi magazzini. Ben presto ebbe impiego anche in campo aziendale, soprattutto per la gestione delle paghe e in campo assicurativo-finanziario (la prima azienda ad utilizzarlo fu la General Electric nel 1953). Si vendettero 46 macchine, al prezzo di circa un milione di dollari, fino al 1957, anno in cui l'Univac I venne tolto dalla produzione perché troppo costoso (il reddito medio annuo di un cittadino degli Stati Uniti era di poco più 3700 dollari). Parallelamente, presso i laboratori del MIT, si stava sviluppando un nuovo computer, il Whirlwind, che portò ad innovazioni tecnologiche fondamentali, quali la Ram (memoria ad accesso casuale), utilizzando la tecnologia dei nuclei magnetici, nuclei di ferrite inseriti in un reticolo di fili di rame ognuno dei quali conservava un bit ed accessibili in qualsiasi ordine. Oltre a queste innovazioni tecnologiche, il Whirlwind fu anche il primo computer che reagiva in tempo reale alle azioni di un utente, invece di attendere l'input e dare risposte. Tale performance venne configurata e il principale utilizzo della macchina fu in campo militare, più precisamente aeronautico, infatti il Whirlwind può essere considerato a tutti gli effetti il primo simulatore di volo militare.

Negli stessi anni anche l'IBM (International Business Machines conosciuta anche come Big Blue), già nota nel campo delle macchine tabulatrici, prese piede nel nuovo settore dei computer. In verità tale conversione si deve al figlio del fondatore e presidente Thomas Watson, Thomas Junior, che, durante la seconda Guerra Mondiale aveva lavorato in un laboratorio delle forze armate americane, dove aveva potuto sperimentare le potenzialità delle applicazioni dell'elettronica. I successi della EMCC e lo scoppio della guerra di Corea contribuirono ad un mutamento del core business della IBM, avvicinandola sempre di più verso le nuove tecnologie. Nacque così una nuova macchina come Defense Calculator (calcolatore per la difesa), commercialmente noto come Modello 701, allo scopo di contribuire allo sforzo bellico. Per effettuare lo sviluppo di tale macchina, IBM mise in piedi una nuova struttura nota come Applied Science, che, non appena presentato il primo modello, si mise al lavoro su quello successivo. Venne, inoltre realizzato lo speedcoding, una specie di emulatore che permetteva di programmare il 701 senza dover sottostare all'architettura fisica della macchina. Tale emulatore risulta tutt'oggi molto importante, perché costituiva una delle prime applicazioni che si basava sulle teorie fondamentali dell'informatica definite da Alan Turing, secondo cui ogni macchina può emulare il funzionamento di qualsiasi altra macchina. Uno dei motivi per cui l'informatica del tempo era relegata solamente nei laboratori di ricerca, era dovuto al fatto che lavorare con un computer era un compito assai lungo e noioso: infatti il problema principale non era tanto la realizzazione fisica della macchina, ma piuttosto la programmazione. Essa avveniva nel linguaggio della macchina: comandi a livello bassissimo che agivano direttamente sull'hardware del sistema e difficili da ricordare. Inoltre, aggravava la situazione il fatto che ogni computer aveva il suo linguaggio di programmazione proprietario e diverso da quello di tutti gli altri. Di fatto, già decine di anni prima, Turing

nella formalizzazione della sua macchina definì alcune regole per cui occorreva realizzare un programma che si occupasse della traduzione di comandi e istruzioni ad alto livello (quindi di più semplice utilizzo), nello specifico linguaggio della macchina da programmare. Questa soluzione, che oggi è già presente nel mercato (basti pensare a linguaggi di programmazione come Visual basic o C++), al tempo risultava alquanto ostica. Il primo programma di questo tipo fu il compilatore A-O, realizzato da Grace Hopper. Esso era molto lento e difficile da usare e copriva tutti gli utilizzi.

Anche IBM, resasi conto di tale necessità, sviluppò un programma mirato al mondo tecnico-scientifico, in grado di automatizzare e semplificare la scrittura di codice. Il programma doveva essere un traduttore di formule matematiche, un “FORMulas TRANslator”, anche noto ai giorni nostri come il linguaggio FORTRAN ancora utilizzato in molte applicazioni militari e scientifiche.

3.10. Verso l'innovazione tecnologica

I Lincoln Laboratories del MIT produssero nel 1956 un computer oggi praticamente dimenticato, ma che avrebbe avuto un influsso decisivo sullo sviluppo dell'informatica: il TX-0 (Transistorized Experimental computer zero spesso chiamato tixo). Questo fu il primo computer programmabile di uso generale realizzato completamente con tecnologia allo stato solido, ossia con transistor, e che faceva uso di memoria a nuclei magnetici di grandi dimensioni (similmente al Whirlwind,); fu inoltre, il primo computer pienamente interattivo messo a disposizione di un gran numero di utilizzatori. Alcune delle principali innovazioni tecnologiche attualmente presenti, come ad esempio la computer grafica, la programmazione simbolica, il riconoscimento vocale, l'editing e la registrazione digitale, si devono a ricercatori che lavorarono sul TX-0. Un'intera generazione di studenti interessata all'informatica e alle sue applicazioni vi compì il proprio addestramento. L'architetto di sistema Wes Clark, inventò proprio per il TX-0 la penna ottica per disegnare direttamente sullo schermo. Pur essendo molto elementare da un punto di vista tecnico, la macchina era sofisticata per le capacità d'interazione: disponeva della penna ottica e di un monitor che consentivano l'inserimento dei dati in tempo reale e la visualizzazione immediata dei risultati. Una delle prime dimostrazioni delle capacità interattive fu un programma, Mouse Maze, che mostrava, in un labirinto, un topo, che ogni volta che prendeva la direzione giusta beveva un Martini, diventando sempre più ubriaco. La vera esplosione di creatività si ebbe nel 1958, con l'installazione del TX-0 al Research Laboratory of Electronics presso il MIT e con il conseguente uso da parte degli studenti. Fu proprio in quello stesso anno che un gruppo di otto ingegneri fondò la Fairchild Semiconductors. Gli “Otto”, soprannome attribuito a questo gruppo di giovani ingegneri, diedero un notevole apporto all'informatica: la produzione di circuiti integrati di silicio. Erano già stati realizzati i primi transistor e Hoerni stava mettendo a punto il processo di fabbricazione planare che consentì la produzione dei circuiti integrati. Alla Texas Instruments, Jack Kilby, produsse il primo circuito integrato usando, però, germanio, più costoso e delicato. Gli “Otto” furono incoraggiati a realizzare circuiti monolitici migliori di quelli della Texas, fino alla costruzione del primo circuito basato sul silicio; tale lavoro li colloca tra le personalità più importanti della storia della tecnologia.

3.11. Gli anni Sessanta

All'inizio degli Anni Sessanta i computer non erano più fantascienza, essendo oramai installati in qualche migliaio di esemplari in tutto il mondo. Il modo di funzionare risultava molto diverso da quello che oggi reputiamo normale. Una volta lanciato un programma su un computer, la macchina non poteva far altro che portarlo a conclusione e non si poteva effettuare nient'altro fino alla terminazione del programma stesso.

Nel frattempo sorgeva sempre di più l'esigenza che un computer potesse eseguire, nello stesso tempo, più programmi. Si assistette, dunque ad una vera e propria rivoluzione che modificò radicalmente l'approccio all'informatica. L'idea partì da John McCarthy, docente del MIT, ma venne in seguito sviluppata dal Fernando Corbato, docente associato al MIT, si trattava di un nuovo concetto descritto come *timesharing*, letteralmente "condivisione di tempo". Funzionando in timesharing un computer è in grado di eseguire diversi programmi assegnando a ciascuno di essi una porzione di tempo di elaborazione. Nell'unità di tempo la macchina esegue sempre un programma alla volta, ma il passaggio da un programma all'altro è fatto in modo tale da dare l'impressione che l'esecuzione sia contemporanea, inoltre, tale funzionamento aumenta l'interattività tra macchina e utilizzatore, che può, per esempio, creare del codice su una tastiera, mandarlo in esecuzione e vederne i risultati nell'immediato, anche se la macchina sta eseguendo altri programmi. Nel 1961, Corbato con il suo gruppo di assistenti, produsse il Compatible TimeSharing System (CTSS), il primo sistema funzionante che adottava i nuovi criteri. L'impresa non fu per nulla semplice, considerando che non esisteva l'hardware adatto per mettere in pratica il timesharing; si ovviò, comunque al problema utilizzando un computer a transistor della IBM e i meccanismi della macchina da scrivere elettrica Selectric della IBM. La prima dimostrazione del Ctss era incompleta, ma fu presto migliorata tanto che la versione definitiva del sistema venne messa in produzione per fornire servizi di timesharing al MIT, a diversi College del New England e all'Istituto Oceanografico di Wood Hole. L'eredità più importante del Ctss e del timesharing consiste nell'aver fatto entrare il "fattore utente finale" nell'universo della progettazione degli elaboratori e del software commerciali.

Sempre intorno agli anni sessanta, si affrontò anche un nuovo ed importantissimo problema che ha segnato l'intera informatica. Tutto nacque dall'esigenza di cercare un modo per far dialogare i calcolatori tra di loro: nacque quindi la necessità di una specie di standardizzazione del codice per la rappresentazione dei caratteri. A quei tempi si contavano nell'informatica 60 modi diversi di rappresentare i caratteri; la sola IBM ne aveva in uso 9. Robert William Bemer propose nel 1961 uno standard, che fu più volte rivisto dai rappresentanti dei produttori di computer allora in attività, in quanto ciascun produttore cercava di inserire i caratteri di controllo utilizzati nelle proprie macchine. Nel 1963, si giunse comunque ad un compromesso quasi del tutto formale e così venne alla luce uno degli standard più utilizzati oggi nello scambio di informazioni tra computer, parliamo infatti della codifica ASCII (American Standard Code for Information Interchange) per i caratteri. Prima che tale standard prendesse piede, passarono comunque diversi anni.

3.12. L'avvento dei compatibili

Nel 1964 T. Watson Junior, presidente di IBM annunciò la linea S/360, la prima famiglia di computer compatibili tra di loro. Oltre a consentire prestazioni di tutto rispetto, fu la prima linea di computer a far proprio il concetto di compatibilità, una vittoria strategica per gli utilizzatori di computer, e segnò il debutto commerciale di due innovazioni epocali: il sistema operativo e la multiprogrammazione. L'S/360 utilizzava una numerazione in base 16, la cosiddetta

numerazione esadecimale, che risultava molto più complessa rispetto alle precedenti macchine che lavoravano in base 10. Il nuovo sistema di numerazione impose, in fase di progettazione dell'S/360, l'intervento da parte di molti matematici che fossero maggiormente abituati a pensare e risolvere problemi in termini più astratti. Anche la scelta di IBM a favore della multiprogrammazione rispetto al timesharing cambiò la natura del lavoro di realizzazione del software: infatti ora i programmatori potevano sfruttare l'esecuzione di più processi su un singolo sistema contemporaneamente. Nello stesso periodo in Inghilterra, Donald Davies sovrintendente della divisione informatica del National Physics Laboratory, si rese conto dell'inadeguatezza della tecnologia di trasmissione dati dell'epoca. Già qualche anno prima, l'ARPA, l'agenzia di ricerca avanzata del Pentagono stava cercando di sviluppare una rete di comunicazione in grado di sopravvivere ad un attacco nucleare. Erano gli anni della Guerra Fredda ed un attacco sovietico, avrebbe paralizzato l'intera rete telefonica degli USA e le comunicazioni militari. Considerando inoltre la vastità del territorio statunitense, una delle preoccupazioni maggiori del governo era quello di non sapere in tempo reale se un qualsiasi punto strategico del loro stato venisse attaccato e distrutto. Occorreva quindi un sistema che in ogni momento desse un segnale sull'attività di tali punti strategici. Si trovò il modo di rendere più resistente la rete con il concetto di packet switching. Il concetto di base prevede che il flusso dei dati venga suddiviso in piccole unità, dette pacchetti, trasmesse individualmente utilizzando il percorso più rapido sulla rete. Ogni pacchetto contiene informazioni sulla propria origine e destinazione, oltre che quelle relative alla propria posizione all'interno del flusso dei dati. Una volta arrivati a destinazione, i pacchetti vengono composti per ricostruire il messaggio originale. Di conseguenza il flusso dei dati, transitando tra i vari nodi presenti nel territorio americano, poteva essere ricostruito solamente se tutti i pacchetti arrivavano a destinazione. Quindi, la mancata ricostruzione del flusso imponeva il mancato recapito di almeno un pacchetto, e di conseguenza il verificarsi di una situazione anomala in qualche punto della rete.

Il maggiore risultato fu quello di realizzare una rete digitale che collegava le università e i centri di ricerca affiliati dell'ARPA: la cosiddetta ARPAnet, l'antenata dell'attuale Internet. ARPAnet, società specializzata in tecnologie e applicazioni molto innovative, tradizionalmente fornitrice del Pentagono, entrò in attività nel 1969 grazie alla Bolt, Beranek and Newman (BBN), e a una schiera di programmatori e studenti universitari. Inizialmente la rete aveva solo quattro nodi, tutti nell'ovest degli Stati Uniti: la University of California a Los Angeles (UCLA), la University of California a Santa Barbara, la University of Utah a Salt Lake City e lo Stanford Research Institute a Stanford nella futura Silicon Valley. Uno dei primi problemi che ARPAnet dovette affrontare fu quello di trovare un alto livello di omogeneità tra tutti i comandi informatici presenti presso le singole università. Questa operazione fu possibile grazie a Unix, un sistema operativo timesharing nato da poco.

3.13. Gli anni Settanta

L'avventura del personal computer come lo conosciamo oggi, ebbe inizio con la concentrazione in un ambiente stimolante di persone di varia estrazione. La Xerox, a quel tempo una delle più grandi aziende fornitrici di stampanti e fotocopiatrici, aveva deciso nel 1970 di creare a Palo Alto un centro di ricerca noto come PARC (Palo Alto Research Center), guidato da Bob Taylor, che aveva idee molto avanzate riguardo ai computer. Egli li vedeva infatti come strumenti di comunicazione tra le persone e non come strumenti di calcolo, per questo tutti, secondo il suo pensiero, avrebbero dovuto possederne uno. Il suo team di sviluppo iniziò così a progettare un computer (antenato del Pc) interattivo dotato di un grande display, di un' interfaccia utente grafica, di un mouse, di un disco locale e di una tastiera. Il risultato fu l'Alto, una macchina dotata di 128 KB di memoria, con un costo di 4000 dollari. Era una quantità di

memoria enorme per il tempo, soprattutto per una macchina di quelle dimensioni e molti vedevano la cosa come uno spreco anche perché sarebbe stato antieconomico produrla in serie. In realtà, disponendo di una memoria molto grande i creatori di Alto riuscirono a risolvere molti problemi semplicemente consumando Ram. Essi volevano dimostrare cosa sarebbe stato possibile realizzare, una volta che i prezzi fossero scesi a livelli abbordabili. I ricercatori che stavano sviluppando Alto avevano creato anche una stampante laser da una pagina al minuto.

L'idea era che tutti i dipendenti del Parc disponessero di un computer, e che questi potessero colloquiare tra di loro in qualche maniera; per fare ciò era tuttavia necessaria una nuova rete, che fosse molto veloce e in grado di collegare centinaia di computer. Il compito fu affidato a Bob Metcalfe, che nel 1972 completò un prototipo di rete a 3Mbit al secondo su cavo coassiale. Metcalfe utilizzò un metodo che consentiva ai computer di operare senza sapere cosa stessero facendo gli altri. Le macchine trasmettevano solo quando trovavano il canale dati libero; se per caso due computer trasmettevano contemporaneamente e si registrava una collisione, le due macchine ritrasmettevano ciascuna dopo un intervallo casuale. Il metodo venne chiamato CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection. Nel 1973 il Parc definì il protocollo più utilizzato oggi per creare reti locali di computer: l'Ethernet. Nello stesso tempo produsse anche la prima scheda Ethernet che venne costruita in centinaia di esemplari, ma solo per uso interno. Bisognerà aspettare ancora un po' per vedere realizzato il primo Pc prodotto in serie. Nel 1974 in una città del sud-ovest degli Stati Uniti, una piccolissima società elettronica MITS, guidata da Edward Roberts, un ex-ufficiale dell'Aeronautica Militare americana, si imbarcò nella realizzazione di un piccolo computer destinato all'utilizzo individuale. Lavorando con due ingegneri Bill Yates e Jim Bybee, Roberts realizzò il prototipo del suo computer, chiamato Altair. La macchina era costruita attorno a un bus, progettato e realizzato artigianalmente, in cui era inserita una scheda madre con un nuovissimo microprocessore Intel 8080 e una scheda di memoria da 256 byte. Unica unità di I/O era un pannello frontale pieno di interruttori e lucette lampeggianti. La cosa più sconvolgente era il prezzo: 397 dollari per la scatola di montaggio e le istruzioni con cui assemblare il tutto. Altair ebbe notevole successo e giunsero tanti di quegli ordini che la società non riuscì a soddisfare. In verità, le scatole di montaggio che avevano affollato il mercato lasciarono rapidamente spazio a dei Pc, già assemblati e quindi immediatamente utilizzabili.

Un altro importante computer che vide luce intorno alla metà degli anni '70 è stato il VAX (Virtual Address eXtension), il primo superminicomputer a 32 bit, sviluppato dalla DEC (Digital Equipment Corporation). Si trattava di un sistema con grandi capacità d'indirizzamento della memoria, veloce quanto la maggior parte dei mainframe ma di utilizzo molto più semplice e di costo molto più basso. I dipartimenti delle grandi università acquistarono direttamente i Vax, creandosi dei propri centri di calcolo e rendendosi autonomi da quelli centrali e dai loro mainframe; le piccole università poterono dotarsi di proprie capacità elaborative, sganciandosi dai centri servizi di timesharing. Buona parte di questo successo fu dovuto a ciò che Digital costruì attorno al Vax: compatibilità a livello di eseguibili dalla macchina più piccola a quella più potente, unico sistema operativo, connessione di rete integrata tramite Ethernet e i protocolli DECnet. Una curiosità che pochi sanno riguarda il marchio Vax, infatti questo era anche il marchio di un aspirapolvere. A quel punto la Dec e la Vax Corporation (società proprietaria dell'aspirapolvere) dovettero fare un accordo per quanto riguardava l'uso del marchio. I termini di tale accordo riguardavano un contratto di non competizione tra le due aziende, in pratica la Vax Corporation non avrebbe intrapreso alcun business in attività informatiche, mentre la Dec si impegnavano a non progettare o costruire in futuro elettrodomestici.

Il 1976 fu una data storica molto importante per l'informatica, infatti in quell'anno due amici, l'eccentrico Steve Jobs e l'hacker Steve Wozniak, costruirono insieme il famoso Apple I, una delle pietre miliari dell'home computing. Il computer disponeva di un connettore che gli permetteva di essere connesso direttamente alla televisione, unico difetto era la velocità di aggiornamento, detto refresh, della televisione, infatti questa si aggirava intorno ai 60 caratteri al

secondo. Appena accesa, la macchina caricava attraverso la sua Rom già del codice preconfigurato che permetteva di renderla molto semplice sia nell'accensione che nell'utilizzo. Venne inoltre progettato e realizzato anche un lettore a cassette al fine di caricare e salvare programmi realizzati per l'Apple I. Altro pregio era anche il costo, infatti la macchina risultava davvero economica e quindi venne acquistata da un altissimo numero di utenti. Tale fu il successo di questo home computer che l'anno dopo ancora lo stesso Wozniak poté progettare e costruire immediatamente il successivo l'Apple II. Sempre nel 1977 vi fu anche un'altra società che sviluppò un computer destinato a fare storia, stiamo parlando della Commodore e del suo PET (Personal Electronic Transactor) che aveva la caratteristica di avere integrato in una unica unità tastiera, schermo e memoria di massa a nastro magnetico.

Oramai, anche se la sigla Personal Computer ancora non era utilizzata, già all'orizzonte si intravedevano i primi Pc, che in pochi anni avrebbero totalmente conquistato il mercato.

Contestualmente alla nascita di queste nuove macchine più user-friendly, cominciarono a sorgere anche nuove tipologie di software più adatte all'utilizzo quotidiano e soprattutto da parte di utenti non tecnici.

Apparvero così i primi pacchetti software commerciali che avevano un'utilità reale e soprattutto che consentivano di fare cose altrimenti impossibili. Fecero i primi passi VisiCalc, il primo spreadsheet (foglio elettronico) della VisiCorp, e due programmi di elaborazione testi, Wordstar della MicroPro International e WordPerfect. La caratteristica più importante di VisiCalc era nell'effettuare automaticamente il ricalcolo quando si cambiava il valore di una cella. Il software costava solo 100 dollari ed era uno strumento di simulazione numerica applicabile a qualunque settore, motivo per cui ebbe notevole successo sia in campo finanziario che in campo gestionale. Negli stessi anni, ebbe fortuna la Texas Instruments con la realizzazione di Speak and Spell, un giocattolo educativo che aveva la caratteristica di parlare con una voce umana. Il sistema era estremamente semplice: una volta acceso, una voce sintetizzata chiedeva di digitare su una piccola tastiera alfabetica le lettere che componevano una delle 200 parole memorizzate e che la macchina pronunciava. In base a quanto inserito, il giocattolo rispondeva "Esatto" oppure "Prova ancora". Il segreto stava in un chip, un DSP (Digital Signal Processor), specializzato nell'eseguire algoritmi matematici in tempo reale. I DSP erano stati inventati per elaborare in tempo reale segnali provenienti da apparecchiature di uso militare, come i radar e i sonar. Dopo quel primo esempio i DSP entrarono in una miriade di altre applicazioni di massa e oggi sono il chip logico più diffuso.

3.14. Gli anni Ottanta

Il progresso delle tecniche di fabbricazione dei componenti elettronici aveva consentito di aumentare la complessità delle unità centrali dei computer, integrando a livello circuitale un sempre maggior numero di funzioni. In particolare si andava via via allargando il numero di istruzioni base dei linguaggi macchina, il VAX, per esempio aveva più di 400 istruzioni. D'altra parte la ricerca nel campo dei computer per utilizzi scientifici aveva sviluppato strutture hardware in grado di sfruttare particolari architetture delle unità di esecuzione per operare a velocità superiori a quelle consentite da un hardware.

Affinché queste strutture hardware potessero funzionare a pieno regime, però, il codice doveva essere ordinato per poter essere eseguito nella maniera più lineare possibile. Nel 1980 l'IBM avviò un progetto di esplorazione tecnologica che portò alla realizzazione di un chipset per minicomputer. Il risultato ottenuto grazie a tali ricerche venne realizzato nel 1981, e precisamente il 12 agosto quando venne immesso sul mercato il primo Personal Computer: l'IBM 5150, meglio conosciuto come PC IBM.

Nella sua prima versione (la quale aveva un costo pari a 3.000 dollari) il PC IBM era dotato di un microprocessore Intel 8088 a 4,7 MHz, 16 KByte di RAM, mancava di disco rigido e disponeva massimo di due drive per floppy disk da 5.25" a 160Kb, un monitor a fosfori verdi e sistema operativo PC-DOS 1.0, sviluppato dalla Microsoft e ceduto in licenza all'IBM.

Da qui, iniziò non solo l'invasione del mercato da parte dei Pc della IBM, ma contestualmente cominciarono davvero ad essere realizzati nuove tipologie di software applicativo.

Questa nuova fase software può essere fatta partire con l'introduzione di 1-2-3 di Lotus, che risultava molto più semplice e più ricco di funzionalità dei suoi predecessori, disponeva, ad esempio, della possibilità di creare grafici e di gestire database. Mentre Lotus stava diventando regina del software per i Pc, Microsoft nel frattempo era impegnato nello sviluppo di uno spreadsheet, Multiplan, senza alcun successo. Solo nel 1983 la Microsoft riuscì a presentare il word processor che poi è diventato uno standard de facto del mercato: il Word, che segnò una rivoluzione nel modo di promuovere il software. Due anni più tardi Bearne Stroustrup concepì e realizzò uno dei più diffusi strumenti di programmazione object- oriented il C++. Sin dall'inizio Stroustrup aveva l'intenzione di dare alla sua creatura la maggior diffusione possibile, per questo fece in modo che il compilatore del suo linguaggio non creasse codice macchina, ma codice C standard. Chiunque aveva un compilatore C poteva usare il nuovo linguaggio; alla fine degli anni 80 gli utilizzatori erano intorno al mezzo milione e tuttora è lo strumento di programmazione object- oriented dominante per tutti i tipi di applicazioni.

È interessante notare come in un tale contesto, di piena vitalità del mercato dei software, cominciò a farsi avanti una delle aziende più importanti non solo nella storia dell'informatica, ma anche nella storia del mercato: la Microsoft. Questa venne fondata nel 1975 da Paul Allen e Bill Gates⁵². Già dal nome MICRO SOFTware, l'intenzione dell'azienda era ben chiara, cioè sviluppare software per computer casalinghi, individuali o personal. I primi tre passi di Microsoft furono lo sviluppo di qBasic, interprete del linguaggio Basic, del sistema operativo a shell MS-DOS, progettato sulla base di QDOS, ed evolutosi in seguito in Windows. Oggi la Microsoft è la più grande e potente azienda software presente sul mercato e le sue soluzioni spaziano a 360 gradi non solo nel software ma anche nell'hardware, basti pensare a strumenti quali i mouse o la console Xbox.

3.15. Verso il successo dei portatili

Già nel 1981 la Osborne Computer Corporation aveva realizzato il primo trasportabile, ma l'arrivo del PC IBM segnò la sua fine. Successivamente tre manager di Texas Instruments decisero di costruire un trasportabile che fosse compatibile

⁵² William Henry Gates III, noto al mondo con il nome di Bill Gates, (28 ottobre 1955 Seattle, Washington) era figlio di un procuratore e di un'insegnante dell'Università di Washington. Fin da piccolo dimostrò attitudine per l'informatica, infatti presso la scuola privata di Lakeside, a nord di Seattle, Gates coltivò la sua passione per i computer divenendo, alla sola età di 13 anni, programmatore di un DEC PDP-10 della General Electric, computer preso a noleggio dalla scuola. In quel contesto Gates, insieme a Paul Allen e altri studenti, creò un gruppo denominato il "Lakeside Programmers Group" che verrà in seguito completamente assorbito dalla Microsoft. Nel 1972 Gates fondò la sua prima vera società (insieme a Paul Allen, da cui non si dividerà mai) la Traf-O-Data, che progettò un computer per la misurazione del traffico stradale. Nel 1973, anno in cui Gates comincia l'Harvard University in cantiere già vi erano diversi progetti. Il cambio di rotta avvenne nel 1974 quando uscì il Microcomputer Altair8800, infatti in quell'anno Allen e Gates riuscirono a vendere il loro primo vero software direttamente alla MITS, produttrice dell'Altair. Nel 1975 venne così fondata la Microsoft Corporation. Oggi la Microsoft è la più potente società informatica presente nel mondo ed i suoi prodotti (MS-DOS, tutta la famiglia Windows da Windows 1.0 a Windows Vista, la famiglia dei pacchetti Office, considerando anche i mouse o le console, prima fra tutte l'X-BOX) sono oramai divenuti uno standard de facto.

con il PC IBM. Nacque così l'azienda Compaq (da COMPATibilità e Quality), che solo nel 1983 riuscì a vendere oltre 53.000 esemplari di trasportabili, nonostante l'elevato costo (3000 dollari) e il notevole peso (15 Kg). Con il passare del tempo l'evoluzione tecnologica consentì una proliferazione di nuovi modelli dal peso sempre più contenuto; nonostante ciò i primi portatili del 1989 dovettero accettare moltissimi compromessi dal punto di vista tecnico; erano dotati di 1 Mb di Ram e la presenza di un disco rigido comportava un notevole aumento di peso (e comunque non si andava oltre i 40 Mb); ma il vero tallone d'Achille era rappresentato dai monitor: i modelli più leggeri avevano schermi LCD in standard CGA (320 x 200 pixel), mentre la fascia alta arrivava a VGA, il tutto rigorosamente in bianco e nero.

Pur con queste limitazioni la domanda non mancava. Contando tutti i tipi di macchine portatili, il mercato di questo segmento cresceva già allora con un ritmo da tre a quattro volte superiore a quello dei desktop. Gli utilizzatori tipici erano all'inizio privati e liberi professionisti, dopo pochi mesi anche le aziende iniziarono a comprare portatili per i loro lavoratori mobili.

Anche qui è interessante notare come vi fu un'evoluzione della stessa terminologia che identificava questi nuovi computer, infatti inizialmente il termine per chiamare queste macchine era "trasportabili", infatti più che portatili, erano dei veri e propri computer ingombranti e pesanti che venivano trasportati da un luogo ad un altro. La terminologia di "portatili" subentrerà solamente in seguito, quando tali computer divengono realmente più piccoli e pratici da portare.

3.16. Gli anni Novanta

Quest'ultimo decennio ha visto la realizzazione di un'invenzione il World Wide Web, che è stata la fusione di idee già esistenti da tempo. Fu proprio un fisico ricercatore del CERN di Ginevra, Tim Berners Lee, che usando una stazione di lavoro, sviluppò il linguaggio HTML, il protocollo HTTP, il relativo software ed infine un browser. Egli non si era affatto preoccupato di capire quale sarebbe stata la risposta del mercato, ma voleva semplicemente creare uno strumento in grado di favorire la comunicazione attraverso la condivisione di conoscenze e la collaborazione tra persone. Occorre infatti considerare che queste due esigenze trovarono libero sfogo nel progetto WWW, ma d'altro canto erano nate molti decenni prima, e più precisamente, intorno agli anni '30, quando lo scienziato Vannevar Bush ideò un calcolatore analogico dotato di un sistema di archiviazione, considerato a tutti gli effetti precursore di Internet e degli ipertesti. Tale macchina prese il nome di Memex.

Nel 1991 il CERN costituì il primo server World Wide Web, su cui il traffico cominciò subito a crescere ad un tasso annuo del 1000 per cento. A metà del 1992 i server Web erano circa un milione, destinati ad aumentare esponenzialmente in breve tempo.

Si iniziò a pensare di poter utilizzare l'infrastruttura Internet per diffondere anche audio e video, ma notevoli erano le difficoltà nel trasmettere tali informazioni⁵³.

Nel 1994 il World Wide Web generò quasi contemporaneamente le quattro aziende che ne hanno definito l'evoluzione

⁵³ L'informazione sulla rete transita suddivisa in pacchetti che viaggiano indipendentemente verso una stessa direzione; questo vale per tutti i tipi di dati, compresi audio e video. La trasmissione diventa problematica quando il flusso audio va da una sorgente a molti ascoltatori e non da un utente ad un altro utente. Utilizzando i protocolli Internet classici, in questo caso l'IP, è necessario stabilire un flusso separato per ogni ascoltatore che si collega a un server multimediale (multicast IP); ciò comporta che un pacchetto IP possa avere diverse destinazioni e venga duplicato e smistato solo all'ultimo momento. Il problema, tutt'altro che semplice fu aggirato da un gruppo di ricercatori del PARC di Xerox, sviluppando Mbone (multicast backbone), una rete virtuale che si appoggiava sull'infrastruttura IP e consentiva una specie di multicast creando dei tunnel logici sulla rete, attraverso cui passavano i flussi audio e video. Questo segnò l'inizio di un forte interesse anche commerciale nella trasmissione di audio e video via Internet.

per tutto il decennio: Amazon.com, Progressive Networks, Yahoo e Netscape Communications. Il concepire, dunque, una libreria on line, un negozio virtuale, un database di siti ed un software per navigare nel web, ha portato il web da una rete per accademici alle prime pagine dei giornali. Anche se molte altre aziende si sono affacciate sulla scena in seguito e in alcuni settori hanno superato i pionieri, alle quattro aziende creatrici va riconosciuto il merito di aver segnato l'esplosione di Internet.

APPENDICE 3.1 : Fatti e misfatti della Società contemporanea

(di Franco Eugeni)

3.1.1.- Dal Dott. Faust ai maghi occulti dell'era moderna

Assumiamo la figura di Johannes Faust, il leggendario mago e taumaturgo della fine XV secolo, personaggio che ebbe a vendere la sua anima al diavolo in cambio di poteri ultraterreni, come rappresentativo dell'uomo antico e di quello attuale nella sua profonda avidità al sapere umano. La condizione faustiana ispirò opere liriche e letterarie per secoli. Non vi è dubbio che il Faust rappresenta l'archetipo dell'uomo occidentale, archetipo differenziatosi e specializzatosi nel tempo. Infatti il primo Faust, quello del XVI secolo, aspirava alla conoscenza oltre i confini imposti dalla morale cristiana allora imperante. Così, le forze liberate dal Faust del XVI secolo, lo avrebbero, secondo i principi cristiani, portato tra i dannati, lo avrebbero condotto nel "tranquillo e rassicurante inferno" della dannazione dei cristiani.

Il secondo Faust, quello del XX secolo, aspira ancora alla conoscenza, ma anche al potere che si può ottenere andando oltre i confini di qualsiasi morale e cancellando ogni possibile gerarchia di valori. Le forze liberate da questo moderno Faust, allora, minacciano forme di "dannazione" ben più terrificanti e appena tangibili.

Il mago del passato disegnava, metaforicamente e talvolta materialmente, un cerchio magico dall'interno del quale presumeva di controllare le forze divine o infernali, considerate potenzialmente pericolose. Si è sempre narrato di maghi arroganti ed ambiziosi che evocarono poteri che non furono in grado di dominare, poteri che, a volte li distrussero. Ma anche le volte che il mago riusciva a dominare le forze evocate, il cerchio che lo proteggeva era anche pur sempre quello che lo imprigionava.

Questa metafora fornisce una bella chiave di lettura del nostro mondo. La tecnologia è l'analogo di quel cerchio magico che costituiva la nostra protezione. Dall'interno di questa noi invochiamo forze, a volte del tutto sconosciute e potenzialmente distruttive e ci arroghiamo il diritto e il potere di fare esperimenti vari, come quelli dell'ingegneria nucleare, modifichiamo la genetica produciamo armi chimiche e operiamo manipolazioni fisiche e mentali sul nostro prossimo. Dove è il confine del progresso e dove la tecnologia conduca al progresso o al degrado non ci è noto. Il cerchio magico della tecnologia ci protegge un pò ma non ci istruisce, talvolta perdiamo il controllo di quelle forze che abbiamo evocato, come nel caso di Chernobyl o del sospetto (di essere un'arma chimica sfuggita al controllo) fenomeno dell'AIDS.

Molte delle leggende degli uomini prendono corpo, così come il dott. Frankenstein, creiamo dei mostri che non sappiamo più controllare, spingiamo la nostra psiche in cammini troppo pesanti ed emuli del dott. Jeckyll a volte liberiamo quel mr. Hyde che è in noi, ovvero novelli Dorian Gray costruiamo una immagine di noi che non è lo specchio di quella realtà, che confiniamo in una nostra immagine nascosta!

Frankstein (o il Prometeo moderno) è il protagonista dell'omonimo romanzo nero (1918) di Mary Wollstonecraft Shelley (1797-1851), la seconda moglie del poeta inglese Percy Bysshe Shelley (1792-1822). Nel romanzo il medico dott. Frankstein riesce a costruire un corpo funzionante assemblando pezzi di cadavere.

Il mito di Prometeo è quello del Titano che restituì all'uomo il fuoco tolto da Zeus. Fu condannato ad essere incatenato

ad un masso dove un'aquila gli divorava il fegato che in perpetuo si riformava.

Lo strano caso del dott. Jeekyll e Mr. Hide (1866) è un romanzo di Robert Louis Stevenson (1850-1894), famoso romanziere inglese.

Il ritratto di Dorian Gray (1891) è una delle opere Oscar Wilde (1854-1900), geniale esponente dell'estetismo decadente, accusato di immoralità nel 1895 ed imprigionato per due anni.

La tecnologia è infatti come una gigantesca protesi che migliora le funzioni delle nostre braccia, modifica il nostro corpo e il nostro volto, noi ricostruiamo il naso, ci stiriamo la pelle, ci ripuliamo le arterie, sconfiggiamo la vecchiaia, lottiamo contro il cancro, controlliamo le malattie e la psiche, mai la vita media dell'uomo è stata così mediamente alta come negli ultimi vent'anni.. La nostra tecnologia permette tutto questo ma non fornisce alcuna saggezza per capire il mondo in cui viviamo.

Alcuni anni fa circolava una interessante osservazione sul terzo mondo e sui suoi abitanti che

“ ... vivono in un mondo non inquinato dalla plastica e dalle radiazioni, nel quale non esistono rifiuti chimici e scarichi industriali e non sussiste la necessità commerciale ed economica di inquinare sottilmente le loro menti ...” e continuando il simpatico commentatore aggiungeva *“ ... sembra essere un mondo meraviglioso, privo di tecnologia nessuno è alla mercé di sistemi meccanizzati, dell'aria condizionata delle reti computerizzate mondiali ... tutto questo manca, in compenso le persone vivono al più quarant'anni ...”*

Noi viviamo molto di più, ma la dipendenza dalla tecnologia ci rende sempre più inermi e privi di responsabilità. Paradossalmente, una città moderna è meno attrezzata per affrontare una nevicata di eccezionali proporzioni di quanto non lo fossero una Pietroburgo o una Berlino del II secolo. Un guasto o un virus in un computer può sconvolgere la vita di una persona, far tremare banche e società multinazionali, o addirittura rischiare di far scoppiare un conflitto nucleare. Ci sono già state avvisaglie di terrorismo informatico, una squadra addestrata di hackers potrebbe portare al collasso un intero paese.

Ci stiamo sempre più isolando dalla realtà che ci circonda. Siamo iperprotetti dalla tecnologia e siamo stati abituati a delegare anche la responsabilità della nostra vita. Non siamo in grado di reagire quando i casi della vita portano scompiglio nelle nostre tranquille esistenze. Ci adobbiamo al minimo dissidio e cerchiamo di smussare gli spigoli dell'interazione sociale dando sempre maggiore fiducia ai “tecnologi” in abito scuro, che ci ronzano intorno, se qualcosa ci va male essi ci risolvono i problemi traendo vantaggio dalle nostre disgrazie.

Sono finiti i tempi della lotta per avere la bomba all'idrogeno, oggi la vera lotta, la guerra silenziosa, è quella per il possesso della mente dell'uomo, stiamo insomma diventando sempre più pronti e disponibili ad essere manipolati.

3.1.2.- La manipolazione delle menti

Durante gli anni cinquanta l'opinione pubblica occidentale, ignorando gli esperimenti clandestini della CIA sul controllo della mente, considerava il *lavaggio del cervello*, un fenomeno associato esclusivamente ai regimi dittatoriali e totalitari. Anzi spesso si parlava degli esperimenti avvenuti nei campi di concentramento sugli Ebrei. Solo gradualmente si è arrivati a comprendere che le tecniche di lavaggio del cervello e di sterminio non erano affatto nuove a che in passato erano state tipiche delle religioni, in particolare dei fanatismi religiosi: in primo luogo la caccia alle streghe ed agli Eretici, la cosiddetta “Santa Inquisizione” e lo sterminio dei Catari e dei Templari, gli “assassini” o “hashishim” durante le crociate, i thugs in India, i mitici “zombie” e “gongori” dell'Africa, la Rivoluzione Francese, gli adepti del Mahdi nel Sudan alla fine del XIX secolo e successivamente divenne anche patrimonio di vari gestori di sette misticheggianti e delle rispettive organizzazioni. Basti pensare a figure come Charles Manson, il reverendo Jim Jones o

David Koresh, ovvero ad organizzazioni come Process, la setta Aum Shinti in Giappone, o ancora , l'Ordine del Tempio Solare svizzero canadese.

In Occidente si tende generalmente a condannare sia le sette sia il fondamentalismo. È anche bene ricordare che quasi tutte le più importanti religioni, in particolare quelle monoteistiche, hanno avuto e possono ancora avere delle fasi di esaltazione fondamentalista, di intolleranza e di fanatismo. Ciascuna di esse, inoltre ha avuto inizio come setta e, all'epoca della loro nascita, è stata considerata un pericolo.

Le sette a orientamento fondamentalista, guidate da sedicenti saggi o messia, non attraggono esclusivamente persone sole, emarginate, disadattate, oppure individui con carenza di autostima ma anche persone del tutto "sane". Le sette sembrano offrire una parvenza di senso e di scopo che molte persone sono incapaci a crearsi da sole. Nasce un'illusione di appartenenza ed adesione ad una causa, con la convinzione di entrare a far parte di qualcosa di segreto e quindi di essere un eletto, che coltiva un senso di superiorità che può diventare inebriante. Il senso dell'individuo è cancellato e sostituito dall'identificazione con il gruppo. I potenziali ribelli sono addomesticati con metodi intimidatori espliciti o impliciti quali il timore di essere banditi dalla comunità, secondo la definizione originaria di "scomunica" che può comportare un senso di solitudine e di abbandono di proporzioni terrificanti in chi possiede un senso debole di autostima.

A chi ci chiedesse la reale differenza tra una religione ed una setta si dovrebbe rispondere

"... nessuna, ... è solo una questione di numero di adepti ...".

La questione ci porterebbe lontano se andassimo ad esaminare anche i gruppi dei cosiddetti " ... liberi pensatori ... " che al contrario dei settari non accettano verità rivelate ma, ciascuno degli adepti, almeno in situazioni ideali, centralizza la sua idea individuale.

Ciò non accade nemmeno presso le religioni organizzate attualmente più tolleranti e indulgenti, che nella loro ampiezza mantengono tracce della propria origine settaria. Le confessioni cristiane come la Chiesa d'Inghilterra o la Chiesa Cattolica sono giudicate modelli di moderazione, moralità e conservatrici dei "valori tradizionali". Per questo viene loro riconosciuta una grande autorità morale, ma anche nel loro ambito si sono attuate, e si continuano ad attuare, molte forme di manipolazione psicologica, attraverso il meccanismo del peccato e della colpa, attraverso ricatti emotivi e con il meccanismo della pena e del premio.

Naturalmente la Chiesa cattolica non predica più lo sterminio, come fece nel XIII secolo, al tempo della crociata contro l'eresia catara degli albigesi. Gli inquisitori non possono imperversare a loro piacimento, esercitando poteri paragonabili a quelli che, nel nostro secolo, hanno usato la Gestapo, il KGB e gli altri servizi segreti. Ancora non possono ripetere errori come la condanna a Giordano Bruno, devono essere più attenti a costruire ai condannati passati da malfattori come nel caso Balsamo/Cagliostro. Ma l'intransigenza può essere più sottile nei confronti dei diritti delle donne, del divorzio, del controllo delle nascite e dell'aborto. Sono questi motivi seri di sofferenza psicologica per milioni di persone e nel confronto creano enormi difficoltà alle Nazioni Unite.

Circa l'abuso della mente è stato coniato un termine, che se anche volgare risulta fortemente espressivo. Il termine ***mind fucking***, è un'oscenità costituente una valida metafora per indicare questa vera e propria forma di violenza che si esercita sopra una persona all'atto di "possederne la mente".

Il rumeno, naturalizzato francese, Eugene Ionesco (1912-), nel suo teatro dell'assurdo e del paradossale ha svelato quanto si nasconde dietro ai luoghi comuni di pensiero, parola, azioni e intenzioni. Nelle sue varie opere teatrali tutto questo appare e per il nostro tema va ricordata in particolare *La lezione* (1951), rappresentata ininterrottamente a Parigi tutte le sere degli ultimi 48 anni presso, nella quale il Professore, violenta mentalmente la sua allieva in un

atteggiamento subdolo ed ambiguo e la possiede al punto tale da ucciderla per tumularne il corpo in una bara accanto alle sue molteplici allieve, ed è ancora a inchiodare la bara quando la nuova allieva è già arrivata, pronta per il suo funebre *mind fucking*.

Per quando riguarda la religione protestante, non v'è dubbio che sono solo un lontano ricordo sia la figura dell'Inquisitore preposto alla caccia delle streghe ai tempi di Cromwell sia pure i processi di Salem nel Massachusetts del XVII secolo. Tuttavia, non più tardi del 1995 l'arcivescovo di Canterbury, parlando a nome della Chiesa d'Inghilterra, anacronisticamente dichiarava che una coppia che coabiti senza essere sposata, deve sopportare il peso psicologico di "vivere nel peccato" – ci si chiede il "peccato di che" .

Durante la Prima guerra mondiale la propaganda politica era ancora maldestra a spesso perfino controproducente, ma nel 1930 era ormai un mezzo di manipolazione e controllo tanto potente che il Terzo Reich istituì un ministero apposito, il cui titolare Joseph Goebbels era uno dei funzionari più alti in grado nella gerarchia del Partito nazionalsocialista.

La propaganda nazista spaziava da metodi francamente ridicoli e grossolani a metodi davvero sublimi nella loro perversione, caratteristiche che a volte potevano anche coincidere. Si pensi alle trasmissioni radiofoniche con la voce di Hitler che abbaia di continuo dagli altoparlanti posti a ogni angolo di strada: come è stato osservato. In questo modo il Fuhrer acquistava una caratteristica divina, diventando se non onnisciente, almeno onnipresente. Un altro mezzo molto utilizzato dalla propaganda nazista era il cinema. Un famoso film propagandistico, *Suss l'ebreo*, accostava in modo orribilmente astuto gli ebrei a insetti nocivi o bestie ripugnanti, e suscitava il disgusto nel pubblico mostrando scene in cui si vedevano, per esempio, frotte di topi attraversare lo schermo, seguite immediatamente da scene in cui appariva una folla di ebrei nelle strade di un ghetto. Ancora più sconvolgente fu il film di Leni Riefenstahl, *Trionfo della volontà*, che univa una straordinaria tecnica cinematografica a un contenuto pernicioso, a che ancora oggi scatena furiosi dibattiti. La sequenza iniziale, che mostra l'arrivo di Hitler in aereo in occasione di un raduno a Norimberga, è stata studiata e analizzata come un capolavoro di arte manipolatoria. Oltre sessant'anni dopo, questa sequenza continua a esercitare un potere ipnotico e sinistro che negli anni trenta doveva avere un impatto ancora maggiore. In quegli anni gli aerei erano pressoché una novità a poche erano le persone ad aver volato, come pochi erano i capi di stato che usavano quel mezzo nei loro viaggi. Per il pubblico di allora, il panorama aereo di Norimberga visto con gli occhi di Hitler, doveva essere emozionante quanto guardare il mondo dalla prospettiva di una divinità. La discesa del Fuhrer dalle nuvole assumeva il carattere grandioso di un'opera wagneriana. Tutti ignoravano, ovviamente, che Hitler aveva terrore di volare.

Ma la propaganda non è l'unica forma di manipolazione; esistono altri metodi da tempo sperimentati, come gli "agenti provocatori" a quello che oggi viene chiamato "*dirty trick*" [gioco sporco]. Al pari della propaganda, tali metodi risalgono alla notte dei tempi, ma hanno raggiunto una nuova dimensione nell'Europa del XIX secolo, al tempo di Metternich, negli anni successivi al congresso di Vienna del 1815. In Russia, per esempio, durante i settantacinque anni precedenti la rivoluzione del 1917, l'agente provocatore era una figura familiare, tanto che divenne un personaggio quasi farsesco. Si trattava di una pratica usata dalla Okrana, la polizia segreta zarista, e dalle organizzazioni sovversive, rivoluzionarie o terroristiche, per infiltrarsi a vicenda a commettere atrocità e atti di sabotaggio. Gli agenti della polizia organizzavano attentati per screditare le forze rivoluzionarie: aggressioni a funzionari di grado inferiore, bombe in luoghi pubblici, uccisione di passanti innocenti. Le stesse cose facevano i terroristi, disposti anche a sacrificare membri della propria organizzazione per far apparire la Okrana più brutale di quanto già non fosse. C'era anche chi ~~che~~ faceva il doppio o triplo gioco per la polizia a per un'organizzazione rivoluzionaria, di solito a danno di entrambe le parti.

Forse l'esempio macroscopico del dirty trick politico durante l'epoca zarista, è quella infame e oscena pubblicazione dal

titolo: *I protocolli dei savi anziani di Sion*.

Questo documento, che dava a intendere di essere un piano segreto per il dominio del mondo da parte di una "cospirazione ebraica internazionale", fu pubblicato per la prima volta nel 1903 ed ebbe immediatamente larga diffusione, allo scopo di rafforzare e diffondere i sentimenti antisemiti.

Da tempo è stato riconosciuto che il documento era un falso, sembra anzi che il fatto fosse noto praticamente fin dal momento della sua prima pubblicazione e l'autore, un individuo che lavorava per la Okrana, aveva attinto il materiale da fonti precedenti, decisamente più innocue e non ebraiche: un trattato satirico francese della metà del XIX secolo, scritti massonici contraffatti e forse documenti di una vera società segreta, certamente però non ebraica. Venticinque anni dopo *I protocolli* furono entusiasticamente adottati dai nazisti e da numerose organizzazioni di estrema destra in ogni parte del mondo, alcune delle quali in Gran Bretagna e negli Stati Uniti. Ancora oggi gruppi fondamentalisti di destra e antisemiti pubblicano e diffondono *I protocolli* come testimonianza autentica di una "cospirazione ebraica internazionale".

I nazisti ereditarono dai russi anche altre tecniche propagandistiche, non solo dal regime zarista ma anche da quello bolscevico. Grazie a Lenin e a Stalin appresero l'importanza di presentarsi come partito dei "lavoratori socialisti"; impararono a manipolare le masse e a diffondere la pratica della delazione, generando così un'atmosfera di generale paranoia, sfiducia e timore; capirono come convogliare su di sé la fiducia prima riposta in altre istituzioni. Furono i nazisti a perpetrare il più eclatante "*dirty trick*" nella storia del XX secolo quando, il 27 febbraio 1933, il Reichstag tedesco bruciò "misteriosamente". È ora universalmente riconosciuto che l'incendio fu appiccato da agenti provocatori nazisti e attribuito ad agitatori comunisti, giustificando così l'aggressione di Hitler contro di loro. Il mattino seguente oltre quattromila comunisti furono arrestati, insieme a numerosi intellettuali e professionisti ostili al regime. L'incendio del Reichstag aveva d'un colpo spianato la strada all'ascesa al potere di Hitler.

3.1.3.- J. Kennedy e Richard Nixon: una vittoria dell'immagine

Se fra le due guerre i progressi dei mezzi di comunicazione, ne, come la radio e il cinema, aprirono nuove strade di manipolazione politica, dopo la Seconda guerra mondiale le possibilità si moltiplicarono. La televisione si rivelò ben presto come il mezzo più potente e influente nella storia dell'umanità, più ancora della stampa, e le sue potenzialità di manipolazione politica furono ben presto sfruttate in grande scala.

Stranamente tali potenzialità non furono subito riconosciute, e ci vollero circa quindici anni perché scattasse la molla. Un'occasione si verificò negli Stati Uniti durante la campagna presidenziale del 1960, quando i due candidati Richard Nixon e J. F. Kennedy parteciparono al primo dibattito mai ripreso dalla televisione. All'epoca Nixon era già un personaggio molto conosciuto; era stato vicepresidente con Eisenhower e prima ancora, durante il periodo McCarthy, aveva presentato le sue credenziali come fanatico anticomunista, l'equivalente del cacciatore di streghe di Cromwell. Kennedy, allora senatore del Massachusetts, era meno noto, ma poteva avvalersi della grande influenza e delle enormi risorse finanziarie della sua famiglia, nonché del suo passato da eroe di guerra.

L'impatto del dibattito televisivo fra Nixon e Kennedy è ben noto, ed è passato alla storia come uno spartiacque nell'evoluzione della politica occidentale e del ruolo dei media. Subito dopo la trasmissione, i commentatori osservarono che gli argomenti trattati e le posizioni dei candidati avevano avuto un'importanza secondaria. A contare veramente era stata quella che da allora si sarebbe chiamata "immagine". In una certa misura Kennedy e il suo staff ne erano già consapevoli, e avevano curato molto questo aspetto. Il senatore fu scrupolosamente truccato, e le luci regolate in modo da presentarlo nel modo più favorevole. Kennedy fu accolto come l'incarnazione di ciò che l'America voleva essere, di ciò che era come guida: gioventù, slancio, affabilità, dinamismo, bell'aspetto, insomma il ragazzo della porta

accanto con i capelli spettinati, un sorriso accattivante a un pibile passato di combattente.

Nixon, che non aveva badato troppo al problema di m, "immagine", era l'antitesi di tutto questo: sfuggente, ambiguo, circospetto, con un'ombra di barba sulle guance gli dava un aspetto decisamente poco "americano".

Mentre Kennedy si esprimeva chiaramente con il suo caratteristico accento, Nixon bofonchiava. Kennedy, dimostrando grande capacità istrionica, parlava direttamente alla telecamera; Nixon, probabilmente intimidito, la sfuggiva, a questo atteggiamento dette al pubblico l'impressione di avere di fronte qualcuno che evitava di guardare gli altri negli occhi. Il risultato fu che Nixon ne uscì come il proverbiale "azzeccagarbugli", un avvocato di quart'ordine, se non addirittura un esponente della categoria più spregevole, quella dei venditori di patacche. Furono diffuse foto di quell'uomo dalle guance mat rasate a gli occhi sfuggenti accompagnate dalla scritta "Compreresti una macchina usata da quest'uomo?". La risposta era abbastanza ovvia, a il pubblico americano reagì come avrebbe fatto la maggioranza degli esseri umani.

Il dibattito televisivo fu determinante per il risultato delle elezioni. Lo stretto margine con cui Kennedy vinse, fu la prova di quanto fosse stata serrata la gara, a secondo l'opinione comune fu l'immagine televisiva a far pendere il piatto della bilancia in suo favore. Naturalmente, in questo caso non ci si può rammaricare dei risultati della manipolazione; se nel 1960 fosse stato eletto presidente Nixon, senza dubbio gli Stati Uniti sarebbero stati un paese molto diverso, a quasi certamente peggiore. D'altra parte lo stesso Nixon non era certo estraneo alle pratiche di manipolazione, ma in quel caso aveva perso la partita per la sua scarsa familiarità con il mezzo. Ma la lezione era stata impartita, e da allora i politici l'hanno imparata a memoria.

Dalle elezioni presidenziali del 1960 i mezzi di comunicazione e i manipolatori di immagine hanno svolto un ruolo sempre più importante e la politica ha assunto una nuova dimensione che i pubblicitari americani chiamano "perception management", la gestione della percezione termine che vorrebbe essere un eufemismo ma rivela più di quello che intende nascondere. Vale la pena di analizzare da vicino due episodi in cui una "gestione" abile è riuscita a modificare drasticamente la percezione della realtà, e di qui trasformare la storia politica sociale. Il primo è un esempio illuminante di come le tecniche manipolatorie di magia profana possano essere utilizzate a sfruttate per finalità fondamentalmente meritorie, mentre il secondo, purtroppo, non ha alcuna giustificazione morale.

3.1.4.- I diritti civili negli Stati Uniti

In seguito alle leggi federali degli anni cinquanta, il movimento per i diritti civili nel sud degli Stati Uniti acquistò nuovo slancio. Si tennero marce per la libertà, sit-in davanti a ristoranti e negozi in cui si attuava la segregazione razziale, boicottaggi e dimostrazioni, provocazioni programmate (neri che rifiutavano di sedere nei posti loro assegnati sul retro degli autobus o simpatizzanti bianchi che si sedevano accanto a loro). I cittadini del nord cominciarono a rendersi pienamente conto di quale fosse la situazione negli stati del sud, dove l'interesse dei mezzi di comunicazione provocava imbarazzo e faceva crescere l'opposizione. Tuttavia, fino al 1964 le attività del movimento per i diritti civili restarono saltuarie e poco incisive; questa situazione provocò reazioni di impazienza e duri attriti, ma pochi risultati concreti. Anche se i cittadini del nord erano colpiti e indignati per le immagini di brutalità trasmesse dagli schermi televisivi o per quello che leggevano sui giornali, i fatti apparivano distanti, estranei, come se riguardassero un altro paese. Furono gli studenti che, a cavallo fra gli anni cinquanta e i sessanta, scelsero di partecipare alle lotte. Quelli di loro cercavano una "causa" per cui impegnarsi, guardavano piuttosto al conflitto in corso all'epoca, in Algeria dove i movimenti per i diritti civili erano frustrati e deizzati.

Durante la campagna per le elezioni presidenziali del 1964 la situazione si modificò drasticamente. Nel novembre 1963, J. F. Kennedy era stato assassinato a Dallas e a lui era succeduto il vicepresidente L. Johnson. Nel novembre del 1964 Johnson era in gara con il candidato repubblicano B. Goldwater, un senatore dell'Arizona. Goldwater era noto come un

fanatico estremista di stato, figure rappresentative in campo politico, militari e poliziotti, caserme ed edifici militari, ma la prospettiva di una strage "a caso" (una bomba o una raffica di proiettili in un locale pubblico, nel centro di una città, in un ufficio, in un aeroporto o su un aereo) rappresenta una nuova forma di terrore. Serve a poco pensare che, obiettivamente, il terrorismo è tra le cause meno probabili di morte o che comunque è assai più facile morire per un banale incidente automobilistico o perfino attraversando la strada. Il numero delle morti causate dal terrorismo è statisticamente irrilevante, ma per entrare in una statistica del genere le persone devono comunque morire, e il timore di una tale prospettiva è sufficiente a far cambiare la destinazione delle vacanze, annullare i viaggi in aereo, evitare il centro delle città e altri luoghi considerati pericolosi. La paura va spesso al di là del pericolo effettivo e diventa paranoia. Nella psiche umana i terroristi e le loro imprese occupano ormai un posto stabile. La manipolazione moltiplica i terroristi come per magia; la magia profana ha conferito loro il carattere onnipotente della divinità, ed è così che essi esercitano un controllo altrimenti impossibile.

3.1.5.- La manipolazione commerciale della mente degli utenti

L'arte della manipolazione di quel che si vede si chiama illusionismo, e coloro che la praticano sono detti maghi (e più tecnicamente illusionisti).

Per "fare accadere le cose" la magia utilizza dunque varie forme di manipolazione: manipolazione della realtà, delle persone e della loro percezione della realtà, e manipolazione delle immagini. Grazie a queste manipolazioni il mago rimodella, trasforma, e - a volte - crea perfino nuovi mondi o l'illusione di nuovi mondi.

Uno dei metodi più efficaci per manipolare gli esseri umani è il cosiddetto "*potere di suggestione*". Noi tutti siamo suggestionabili, e la nostra suggestionabilità ci rende vulnerabili, poiché offre ampio spazio alla manipolazione. Essa è tanto più efficace in quanto spesso inconscia, non solo da parte nostra ma anche di chi ci manipola, soprattutto nella vita quotidiana. Capita tutti i giorni di essere in qualche modo condizionati dagli altri: mettiamo il caso che stiamo camminando per strada felici e contenti, a un certo punto incontriamo un amico o un conoscente il quale, dopo i rituali scambi di saluti, ci guarda fisso e domanda: "Ti senti bene? Mi sembri teso, un po' pallido. C'è qualcosa che non va?". Noi rispondiamo sì, ma quando ci allontaniamo il nostro umore è cambiato, siamo preoccupati. Sulla nostra allegria è scesa un'ombra. Naturalmente può avvenire l'esatto contrario: ci sentiamo apatici, tristi, irritabili, depressi; un conoscente di passaggio - esagerando un po' - si complimenta per la nostra buona forma e vitalità, e noi continuiamo per la nostra strada sentendoci molto meglio; l'allegria ha preso il posto dell'umor nero.

La psiche è costantemente soggetta a queste suggestioni; determinano il nostro stato e la nostra condizione, il rapporto con noi stessi e con il mondo circostante, e influenzano la percezione che abbiamo di noi sotto diversi aspetti: sensazione di benessere o malessere, la sensazione di essere attraenti o sgradevoli, fiduciosi o incerti, ottimisti o pessimisti. Un parente, un compagno o un collega che ci fa continuamente preoccupare per noi stessi, sia pure con le migliori intenzioni, indebolisce la nostra autostima e può spesso provocare un danno duraturo. Al contrario, una persona che con costanza ci solleva lo spirito e ci fa sentire in pace con noi stessi, può alimentare in noi un senso di equilibrio, di armonia e di solida autostima. I medici, per esempio, sono spesso giudicati non solo in base alle loro capacità cliniche e diagnostiche, ma soprattutto dal loro modo di trattare i pazienti, in altre parole in base alla loro capacità, usando il potere della suggestione, di farci sentire meglio o peggio. Tutti i medici sanno quanto sia facile rafforzare o indebolire la cosiddetta "voglia di vivere".

Dunque gli altri ci suggestionano ma talvolta possiamo anche suggestionarci da soli. Usiamo costantemente il "potere di suggestione" per determinare o alterare i nostri stati d'animo. Per esempio, se siamo superstiziosi e vediamo un gatto nero attraversare la strada, la nostra giornata ne sarà offuscata; e se ci convinciamo fermamente che qualcosa di brutto

accadrà, la nostra convinzione porterà a far compiere la profezia e saremo stati noi ad attirare ciò che temiamo.

A riguardo abbiamo inventato la famosa *Legge di Murphy* (e tutta una serie di varianti) : se temi che qualcosa di spiacevole potrebbe accadere tranquillizzati perché accadrà!

Molti preferiscono, addirittura subire l'avverarsi della profezia a per dimostrare di "aver avuto ragione", piuttosto che avere torto a sconfessare la propria superstizione.

Se nella vita quotidiana il potere di suggestione è invero esercitato inconsciamente, esso può anche essere sfruttato a bella posta, con la consapevolezza di instaurare un processo che conduca a risultati predeterminati.

In nessun settore il potere di suggestione è stato usato con più premeditazione e con minori scrupoli che nel mondo della pubblicità.

Nel corso di una sola giornata siamo sopraffatti, attraverso radio, televisione, giornali, riviste, manifesti a così via, da una massa sbalorditiva di annunci pubblicitari. Gran parte degli annunci offrono rimedi per un'impressionante serie di malattie, da mal di testa a mal di schiena, da emorroidi a dolori mestruali. La ripetitività di questi annunci ci convince, sia pure in modo subliminale, di avere bisogno proprio di quei rimedi; in altre parole che sicuramente, o almeno probabilmente, soffriamo dei disturbi che essi proclamano di guarire. Non c'è quindi da stupirsi se siamo diventati una società di nevrotici e di ipocondriaci, perché la pubblicità ha proprio la funzione di renderci tali.

Nello sfruttamento del potere di suggestione, la pubblicità può essere di volta in volta scandalosamente grossolana o perversamente sottile, oppure tutte e due le cose insieme. Spesso i pubblicitari non si limitano a suggerire, ma fanno i prepotenti. Si tratta in questo caso della cosiddetta "pubblicità aggressiva", che da tempo ha disgustato molte delle persone dotate di razionalità, ma che i pubblicitari, per mancanza di immaginazione e di altre risorse, continuano caparbiamente a propinarci, nonostante che quel modo di operare sia, di fatto, un insulto alla nostra intelligenza. Così, dall'avvento della televisione, abbiamo continuato a vedere casalinghe, evidentemente prive di altri pensieri per la testa, andare in estasi fin quasi all'orgasmo per l'elevato potere "sbiancante" della nuova e più potente formula di un certo detersivo. Data la frequenza con cui vengono annunciate le modifiche al prodotto, ci aspetteremmo che il biancore abbia ormai raggiunto livelli metafisici, e che abbia incorporato un sorta di illuminazione trascendentale.

Eppure, persino la pubblicità dei detersivi, sicuramente tra le più rozze, contiene un elemento manipolatorio.

L'era televisiva è coincisa con l'era nucleare, ed entrambi i fenomeni testimoniano il trionfale potere della scienza. Con la scissione dell'atomo, la scienza è assunta allo status di divinità e, come affermiamo, è diventata la religione della nostra epoca, l'unica trascendenza, rispetto alla nostra comprensione, che ispiri una fede senza tentennamenti o riserve. Se le dottrine delle varie religioni tradizionali suscitano differenti gradi di validazione ed accettazione, sono molto pochi coloro che osano sfidare le affermazioni della scienza.

Se, dopo la Seconda guerra mondiale, la scienza è diventata la religione della nostra era, lo scienziato ne è l'alto sacerdote. Ne consegue che perfino la pubblicità per qualcosa di banalmente quotidiano come un detersivo deve affidarsi all'autorità dello scienziato. Se l'annuncio è di tipo vessatorio, la presunta infallibilità della scienza sarà invocata come "sottotesto", con la funzione di alludere piuttosto che di suggerire esplicitamente. Per esempio, l'elevato potere sbiancante" del nuovo detersivo sarà attribuito all'aggiunta di qualche nuovo "ingrediente attivo" dallo stupefacente nome simil-scientifico, diranno una frase *magica* "*scientificamente testato a clinicamente sperimentato*". L'efficacia del nuovo ingrediente sarà testimoniata e garantita da un personaggio che suggerisca l'idea di uno scienziato o ancor meglio di un tecnico di laboratorio, identico allo scienziato per l'immaginario collettivo, il cui camice bianco, simile a una abito talare che ispiri un puro candore, è la conferma delle sue inoppugnabili credenziali.

Notiamo quanto ciò sia ben noto ai medici, gli unici a fare largo uso dei camici bianchi sì da differenziarsi da altri

operatori che piuttosto che chiamarsi con il proprio titolo preferiscono chiamarsi *para-medici* così da ottenere un po' di credenziali con un piccolo grado di medicità!

Naturalmente non sono solo i detersivi a ricevere tale ratifica pseudo scientifica; dentifrici, shampoo, creme per il viso e numerosi altri prodotti possono essere pubblicizzati allo stesso modo. Basta lasciar intendere che contengano qualche rivoluzionario ingrediente, garantito da un individuo che parla con l'autorità sacerdotale del ricercatore scientifico. Lo stesso personaggio sarà utilizzato per suggerire l'esistenza di differenze fra le varie marche, anche quando tale differenze non esiste.

Per esempio per parlare degli antidolorifici acquistabili in farmacia senza ricetta, è noto che tale prodotti possono essere messi in commercio in un limitato numero di combinazioni, con un dosaggio massimo stabilito dalla legge. Tutti i prodotti composti in varia misura a combinazione da quei pochi antidolorifici di base sono assolutamente identici, eppure le ditte farmaceutiche invocano la testimonianza della scienza per suggerire che fra loro esistono importi differenze. Spesso i produttori vanno anche oltre. Una società farmaceutica ha inondato gli ospedali americani con scorte di antidolorifici a prezzi ridottissimi, tanto ridotti che il prodotto era praticamente gratis; comprensibilmente gli ospedali hanno cominciato ad usare quel prodotto più di altri. Tale espediente ha autorizzato la società produttrice a pubblicizzarlo come l'antidolorifico preferito dagli ospedali, suggerendo così l'idea che fosse il più efficace.

3.1.6.- La pubblicità

I servizi segreti furono i primi ad adottare le *tecniche di lavaggio del cervello* e di *controllo della mente* scoperte durante le guerre e in seguito utilizzate e sfruttate dal settore pubblicitario. Ai pubblicitari degli anni '50 la psicologia offrì un campo illimitato di potenziali manipolazioni. Questo genere di manipolazioni era peraltro considerato fondamentale nell'ottica di una sempre crescente prosperità; tramite la psicologia si poteva indurre un bisogno incessante di consumi, che a sua volta portava a un incremento continuo del processo produttivo. In passato, l'offerta era stata più o meno regolata dalla domanda; ora la manipolazione psicologica permetteva di aumentare la domanda alimentando in tal modo la necessità di ampliare l'offerta. Ogni incremento del potere di acquisto del consumatore si trasformava così in nuova domanda che generava nuova offerta.

A metà degli anni cinquanta, soprattutto negli Stati Uniti, il conformismo rappresentava il fondamento della nuova e quanto mai prospera società. Per fabbricanti e pubblicitari, il "colletto bianco" era la figura ideale, che andava allettata con tutte le risorse della psicologia e della manipolazione psicologica. Le industrie cominciarono a utilizzare le tecniche psicologiche non solo sui consumatori ma anche sui propri dipendenti, vecchi e nuovi. I test e profili psicologici divennero una pratica comune per stabilire la "normalità" del personale e verificarne il conformismo. L'insidiosità del processo in atto non sfuggì agli studiosi più attenti. Alla fine degli anni cinquanta, due libri, *I persuasori occulti* (1957) di Vance Packard e *La società opulenta* (1958).

CAPITOLO 4

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

4.1. Introduzione al problema dell'intelligenza artificiale

Costruire macchine che possano simulare i comportamenti umani o sistemi formali che possano rappresentare il funzionamento della mente è un obiettivo che l'uomo cerca di raggiungere. Discretizzare ed algoritmizzare la mente umana, piuttosto che meccanizzarla, è stata sempre una meta dell'età moderna. Infatti molti sono gli studi che è possibile riportare a giustificazione di tale affermazione: basti pensare ai Teatri della Memoria di Robert Fludd, all'Ars Magna di Raimondo Lullo passando per la Macchina Analitica di Babbage, fino a giungere ai giorni nostri⁵⁴.

Benché sia stato scritto e progettato tanto, oggi siamo ancora lontani da quelli che possono essere risultati apprezzabili: del resto a malapena si riescono a costruire invertebrati artificiali dotati di una qualche minima intelligenza. Eppure il dibattito oggi aperto sull'intelligenza artificiale coinvolge migliaia di studiosi in tutto il mondo in quanto tale disciplina ha sempre affascinato e continuerà ad affascinare l'intelletto umano da secoli impegnato a realizzare la più profonda tra le ambizioni umane: creare vita artificiale intelligente.

Quando si parla di nuove tecnologie o di informatica, una delle terminologie che più affascina l'immaginario collettivo è esattamente Intelligenza Artificiale, abbreviata IA. Tale dizione, infatti, sembra nata quasi come un prodotto del marketing moderno, una sigla o uno slogan pubblicitario il cui compito è quello di affascinare, eppure se andiamo a considerare quali siano i reali risultati di questa disciplina, molto probabilmente il termine adatto non sarebbe intelligenza artificiale, ma più correttamente intelligenza artigianale perché non possiamo dire che oggi i software e gli hardware realizzati possano propriamente definirsi intelligenti.

Sicuramente una delle definizioni che meglio rappresenta lo spirito dell'intelligenza artificiale è sicuramente quella attribuita da Turing a questa disciplina: Intelligenza delle Macchine, perché in realtà sarebbe più corretto parlare di una sorta di intelligenza delle macchine e non propriamente artificiale. Benché questa definizione si possa reputare più corretta ed attinente a quello che la tecnologia informatica oggi propone, il termine "intelligenza artificiale" rimane però quello utilizzato da tutti, sia informatici o ingegneri sia psicologi o filosofi per la grande curiosità ed attenzione che tale terminologia fa scaturire nei confronti dell'interlocutore.

Riuscire a dare una definizione di intelligenza artificiale è un'operazione assai difficile, del resto ancora oggi molti studiosi si chiedono cosa significhi esattamente pensare o come definire l'intelligenza umana.

Un modo per poter cogliere meglio l'IA potrebbe essere quella di analizzare i suoi campi di applicazione, cercare di capire "cosa fa", ma anche qui potremmo dilungarci in un elenco di attività che confonderebbero solamente le idee.

Prima di dare una vera e propria definizione molti studiosi preferiscono suddividere l'IA in due branche principali.

La prima, denominata *intelligenza artificiale debole* sostiene che una macchina computer non potrà mai in alcuna maniera poter essere equivalente ad alla mente umana, in quanto quest'ultima è troppo complicata da poter essere riprodotta. In pratica le macchine potranno solamente simulare alcuni comportamenti propri della mente umana, ma non riusciranno mai a riprodurli in modo totale e completo.

Ovviamente questa prima branca, in qualche maniera identifica una sorta di limitazione applicata alle macchine, in quanto, per quanto queste possano evolversi nel tempo, non potranno mai raggiungere l'uomo. Del resto questo approccio ritenuto pessimistico è sostenuto da tutti quegli studiosi che lavorano a stretto contatto con la mente umana; parliamo quindi di filosofi, psicologi.

⁵⁴ Ved.

La seconda branca è denominata *intelligenza artificiale forte* ed ha un approccio del tutto diverso. Essa sostiene che le macchine in una loro forma evoluta, possono davvero essere dotate di una reale intelligenza, distinguibile con molta difficoltà da quella umana.

Ovviamente in questo testo ci soffermeremo principalmente sulle teorie che vengono inquadrare all'interno dell'intelligenza artificiale forte. Del resto nei secoli precedenti, molti studiosi hanno affrontato il problema di automatizzare, o meglio meccanizzare la mente umana, solo per citarne alcuni: Raimondo Lullo nel pieno medioevo o l'empirista Thomas Hobbes.

Le definizioni che ora cercheremo di attribuire all'IA, appartengono a questa seconda branca, ma il loro obiettivo non è quello di essere esaustive, ma solamente di cercare di rendere al meglio cosa si intende per intelligenza artificiale.

Se riuscissimo a definire percezione, ragionamento ed azione in termini di calcoli, una possibile definizione potrebbe essere:

“L'intelligenza artificiale è lo studio dei calcoli che rendono possibile la percezione , il ragionamento e l'azione”

(Luigia Carlucci Aiello)

Tale definizione si avvicina molto al pensiero dei razionalisti nel XVIII secolo, infatti le loro idee avevano come principio di fondo il seguente motto: “ragionare non è nient'altro che calcolare”, in pratica la mente umana potrebbe in qualche maniera essere il risultato di una complessa serie di calcoli da parte del cervello umano.

Un'altra definizione interessante, forse più vicina allo studio dell'uomo che non della macchina, è:

“L'intelligenza artificiale studia facoltà umane mediante l'uso di modelli computazionali”

(Luigia Carlucci Aiello)

Agli inizi degli anni '90, nel momento in cui l'IA veniva inquadrata sempre più come una vera e propria scienza che potesse cambiare il futuro, avvicinando sempre di più macchine e uomini, furono date tre definizioni di intelligenza, da tre importanti studiosi del settore:

“L'arte di creare macchine che svolgono funzioni che richiedono intelligenza quando svolte da esseri umani”

(Ray

Kurzweil⁵⁵)

“Il ramo della scienza dei calcolatori che si occupa dell'automazione del comportamento intelligente”

(George F. Luger- William A.

Stubblefield⁵⁶)

“L'impresa di costruire artefatti intelligenti”

⁵⁵ Kurzweil R., *The age of intelligent machines*, MIT Press, Cambridge, Mass. c1990.

⁵⁶ Luger G. F. e Stubblefield W. A., *Artificial intelligence (2nd ed.): structures and strategies for complex problem-solving*, Benjamin-Cummings Publishing Co., Redwood City, CA 1993.

(Matthew
L.Ginsberg⁵⁷)

Sicuramente più interessate e vicina al concetto di Intelligenza Artificiale così come la intendiamo noi, possiamo considerare la seguente definizione:

“L’intelligenza artificiale è lo studio di come far fare ai calcolatori cose che, se eseguite da un essere umano, sarebbero considerate compiti che richiedono intelligenza”

(Luigia Carlucci Aiello)

Questa affermazione sembra rivivere molto dello spirito di cui Turing si fece carico oltre 50 anni fa, con il suo famoso *test di Turing*⁵⁸.

È comunque importante capire che oggi è assai difficile definire l’intelligenza artificiale, soprattutto perché la stessa definizione è in continua evoluzione così come lo è la stessa disciplina

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.

Ad esempio ogni volta che il calcolo numerico tende a complicarsi, il modo migliore per l’esecuzione è l’affidarsi ad un computer.

Rileggendo l’attività descritta nel VOL.1, dedicata *all’arte della memoria...* - arte che, Robert Fludd chiama *arte quadra*, con l’occhio di colui che ne ha assimilato la struttura interna, l’architettura, le memorie, i programmi e l’archiviazione - ...vi è da essere esterrefatti. L’intera struttura informatica di un DVD enciclopedico, sembra una trasposizione in chiave moderna dell’intero progetto fluddiano. Questo evidenzia l’importanza enorme dell’opera di Fludd che la sua idea del *Teatro della Memoria*, chiarisce quali sono i palcoscenici costruibili dalla mente umana ma non presenti nelle attuali architettura del computer. Sembra allo stato attuale che il Computer non sia in grado di occuparsi dell’altra arte presentata da Fludd, quella che egli chiama *arte tonda* – arte questa nella quale prevale l’emozionale e l’intuitivo.

George 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,

⁵⁷ Ginsberg M. L., *Essentials of artificial intelligence*, Morgan Kaufmann Publishers, San Matteo, Calif. c1993.

⁵⁸ Test di Turing.

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 familiari 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, riducendolo a spettacolo, strumentalizzazione 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 e 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 logico 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 dà 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 è 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 soprattutto negli aspetti multimediali assai

vicini ai dettami dell'Arte classica degli Edifici della Memoria e ai suoi 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 a questi problemi e che, la natura e il significato della memoria occultista del Rinascimento, diventino in futuro più chiari e quindi maggiormente applicabili.

4.2. Il concetto di essere vivente

Il filosofo greco Platone (IV a.C.) riteneva che il nostro mondo si ripete seguendo dei cicli planetari collegati al movimento del Sole, della Luna e dei pianeti e ancora che ogni ciclo iniziasse e si concludesse con tutti i pianeti che tornavano ad assumere la medesima posizione nel cielo. Questo intervallo fu calcolato in ragione di 36.000 anni, periodo che fu chiamato "Magnus annus". Questa credenza molto in voga anche presso i Romani fu anche condivisa dalla filosofia induista che identificò i cicli di sviluppo con i cicli vitali del loro dio Brama. In moltissime culture vi è un momento di creazione dal nulla, operato da un Creatore, il Dio dei cristiani, ovvero il Grande Architetto dell'Universo per i massoni, o nel Dio di una delle tante religioni monoteiste come quelle di cattolici, anglicani, mussulmani, ebrei, induisti, a parte il dissenso di dettaglio tra le varie liturgie. Ne segue un successivo momento ordinatore, come nel caso di molte delle religioni indicate per via delle quali queste visioni dei miti delle origini sono estremamente utili per spiegare al popolo l'origine del mondo e porre ordini ponendo dei divieti. Eva ed Adamo sono cacciati dal paradiso perché hanno disobbedito e la loro esistenza degrada, per colpa di questo peccato originale, in una vita terrestre.

Ben diversa fu la visione di Aristotele (IV a.C.) che riteneva l'universo eterno e il tempo infinito, credenza questa che sopravvisse fino al tempo di Albert Einstein e viaggiò parallelamente con le altre credenze di creazione dal nulla e del ripetersi di stati evolutivi di società organizzate secondo cicli.

Oggi il mito al quale si fa riferimento è un modello fisico : il modello del cosiddetto Big Bang, mito che non sembra si discosti di molto dal mito del momento creativo, ma solo nel credere in un Creatore o principio creatore. La differenza è che questo modello è rimesso in discussione ad ogni nuova acquisizione sulla natura delle leggi della fisica e della struttura dell'universo. L'universo così sconosciuto da essere quasi totalmente costituito dalla cosiddetta "materia oscura", eufemismo per dire che conosciamo solo il 10% dei costituenti dell'universo. Cosa si guadagna con la scienza? Si guadagna un punto di vista non dogmatico, un atteggiamento di attenzione verso le eventuali rivoluzioni scientifiche, verso i cambiamenti in quanto la scienza, al contrario di un mito, è disciplina mutabile.

Una seconda differenza tra la credenza in un Creatore ordinatore ed una visione scientifica è che la scienza moderna crede in un modello evoluzionistico, modello che affonda le sue radici nella teoria che Charles Darwin elaborò nel suo mitico viaggio in Patagonia, a contatto con tutte le diverse specie di quel mondo, dalle quali ebbe dono e ispirazione di quella forza creatrice dalla quale originò quel pensiero, quel guizzo d'intuito, che per molti segna un confine epocale e, certamente, un grande salto epistemologico. Forse nel non tenere rigidamente separate la religione dalla ricerca scientifica si originano malintesi e false credenze e speranze. Il rifiuto della teoria di Darwin e delle successive specifiche e modificazioni, se si vuole del paradigma darwiniano, in nome di una intelligenza creatrice è un vero e proprio attacco al metodo scientifico. E' un ingenerare una confusione tra credenza e teoria che porta ad un'erronea posizione di come organizzare il pensiero e di come interpretare i saperi per meglio comprendere il mondo e per cambiarlo verso direzioni stabili di miglioramento. Alla religione compete indubbiamente fornire una guida spirituale al credente fornendogli dei modelli comportamentali ed etici, quindi essenzialmente prescrittivi; la religione deve funzionare da ancora di salvezza. I liberi pensatori tra i quali trovano posto i non credenti o i non seguaci di un credo

rivelato, cioè di una religione, troveranno in sé stessi le prescrizioni etiche e comportamentali e rinunceranno ad una visione salvifica correlata ad un credo. La scienza ha un diverso compito, certamente descrittivo, e si preoccupa di fornirci modelli validi del mondo. Allo stato attuale il modello evoluzionistico della selezione naturale ci presenta la natura come una struttura che conduce all'estinzione di quelle specie che non hanno la forza di sopravvivere e che comunque indicano che, in tempi ragionevoli, ad una specie dominante se ne sostituisca sempre un'altra. Le scienze descrivono il mondo in modo amorale ma non immorale. Occorre riflettere sulle problematiche numerose come quelle relative al controllo delle nascite, alla fecondazione assistita, alla donazione degli organi, alla produzione di cellule staminali, alla creazione di organismi geneticamente modificati (Ogm) e alla clonazione. Ad esempio è molto discutibile che debba essere un gruppo religioso o un gruppo politico a dover dire l'ultima parola, ovvero a decidere per i più. Infatti non è affatto detto che uno di questi gruppi sia, per competenze e per assenza di secondi fini, il più idoneo a potersi definire garante degli interessi dell'intera comunità e della finalità della razza umana. La scelta lasciata ai singoli potrebbe essere, in una specie di ordine nel caos, se si vuole per un innato collettivo senso di conservazione, la scelta migliore per la sopravvivenza della specie umana.

Per meglio comprendere di cosa si parli diamo un brevissimo flash su queste problematiche.

Controllo delle nascite

Sono vari i motivi per cui l'umanità ha praticato e pratica il controllo delle nascite. Che il numero degli esseri umani sia in continua crescita non è un'opinione. Inoltre il diffondersi di nuove malattie sessuali e di sospetti prodotti per guerre batteriologiche, come ad esempio l'Aids, hanno riportato alla ribalta l'uso del preservativo come mezzo di sicurezza e come contraccettivo. Per contraccezione si intende un meccanismo che impedisca il concepimento, cioè l'unione tra uno spermatozoo e un'ovocita. Esempi di contraccettivi sono appunto il preservativo e la pillola anticoncezionale. Il primo è un metodo di barriera perché impedisce agli spermatozoi di risalire nel corpo della donna; la seconda è un metodo ormonale che impedisce all'ovaio di espellere un'ovocita. Il controllo delle nascite, oggi, sembra essere estremamente importante e molto in uso in tutti i gruppi sociali più evoluti. La contraccezione è condannata da numerosi gruppi religiosi ivi compresa la Chiesa Cattolica.

Moralmente discutibile ad ogni livello è l'aborto. Per aborto si intende l'interruzione di una gravidanza mediante espulsione del feto prematuro. L'aborto può essere spontaneo ovvero praticato con un intervento chirurgico anche legale come l'aborto terapeutico, oppure praticato per via farmacologica, come nel caso della cosiddetta pillola del giorno dopo, il farmaco è l'RU486 che fa espellere l'embrione di pochi giorni producendo delle alterazioni della parete interna dell'utero, che diventa così "inospitale". Pur producendo l'RU486 lo stesso tipo di alterazioni prodotte dalla più che accettata spirale (IUD), che causa uno stato infiammatorio cronico dell'utero, il dibattito su questo farmaco messo all'indice da molti gruppi sociali è notevole.

Uno dei problemi focali, per chi non accetta l'aborto, è il sapere se l'embrione sia già, oppure no, vita umana. Allo stato attuale delle conoscenze sappiamo che dal momento della fecondazione dell'ovulo sino alla nascita, lo sviluppo è uno stato evolutivo continuo per cui non sembra potersi individuare un momento speciale che segni un passaggio da un "grumo cellulare" alla vita umana. In altre parole con la formazione dell'embrione parte un programma unico e irrepetibile che ha uno svolgimento continuo.

Fecondazione artificiale

La fecondazione artificiale (umana) o anche procreazione assistita avviene attraverso opportune tecniche, molteplici allo stato attuale delle conoscenze. La più diffusa è la fecondazione in provetta e successivo trasferimento

dell'embrione fecondato nell'utero di una donna, anche diversa dalla produttrice dell'ovulo fecondato, nel qual caso si parla di utero in prestito. La fecondazione in vitro si dice fecondazione omologa se il seme e l'ovulo utilizzati nella provetta appartengono alla coppia di genitori del nascituro, il quale presenterà quindi un patrimonio genetico ereditato da entrambi i genitori. La fecondazione eterologa si verifica quando il seme non è del padre oppure l'ovulo non proviene dalla madre, caso che si verifica in presenza di coppie con problemi di fertilità, anche bilaterali. Il seme e gli ovuli provengono, in tal caso, da anonimi donatori, estranei alla coppia, i cui doni sono acquisiti mediante le banche del seme.

Per il nascituro si presenta il non lieve problema sia di carattere etico sia di carattere psicologico di avere due genitori legali e un terzo biologico quasi sempre anonimo. E' stato ipotizzato e paventato una situazione di rischio eugenetico dovuto ad eventuali eccessive richieste di semi ed ovuli appartenuti a personalità con elevato patrimonio genetico (geni, capitani d'industria e finanzieri, personaggi notevoli della storia) o dediti al culto di se a punto tale da voler "riprodurre" i propri geni. La nascita di tal tipo di banche risale ai primi del novecento (in contemporanea agli studi di James D. Watson e Francis Crick) con l'idea del conservare il patrimonio genetico individuale. Il probleman nella sua evoluzione, ha condotto alle tecniche del congelamento, sia degli ovuli, sia del seme, sia anche degli stessi embrioni ottenuti da fecondazione in vitro e poi congelati. Il criocongelamento si realizza utilizzando sostanze come l' azoto liquido e la durata della conservazione dei criocongelati è limitata e non supera i cinque anni.

Il problema della eliminazione degli embrioni congelati dopo cinque anni ha, nell'attuale dibattito, forte valenza etica in quanto l'embrione è dai più considerato vita umana a tutti gli effetti. Da aggiungere che secondo alcuni il curare il fisico per poter concepire, nel modo migliore possibile, un figlio in modo naturale è una cosa niente affatto paragonabile alla fecondazione assistita, che rappresenterebbe invece una forzatura alla Legge di Natura e tutti i problemi fisici, psicologici e morali che la fecondazione assistita produce ne sarebbero una dimostrazione. Secondo gli oppositori della fecondazione assistita la disponibilità e il desiderio di prendersi cura e di educare un essere umano come un figlio possono essere ampiamente soddisfatte attraverso l'adozione.

Ecco cosa prevedono le leggi che regolano la procreazione assistita in Italia e in qualche altro Paese.

In Italia esistono diversi divieti. Intanto il divieto di inseminazione eterologo fa sì che per mettere al mondo un bambino, una coppia, che faccia una tale scelta, non potrà più ricorrere al seme o all'ovulo di un donatore, condannando anche il futuro delle coltivazioni degli embrioni e provocando la chiusura delle "banche del seme", che custodiscono ovuli, seme ed embrioni congelati. La crio-conservazione degli embrioni sarà parzialmente vietata e ne sarà contingentata la produzione a non più di tre ovuli. La donna inoltre sarà costretta all'impianto dei suoi tre ovuli fecondati, restrizioni queste incomprensibili pure alla luce di un logico principio di prudenza. I problemi fondamentali di carattere etico-politico sono nati nel contrasto nato tra gruppi cattolici e gruppi laici che, nel loro muro contro muro, appaiono spaccati anche all'interno dei loro stessi schieramenti. Il tentativo di risolvere la questione per via politica ha condotto ai quattro referendum del 2005, nati per abrogare alcuni punti dell'attuale legge sulla fecondazione che era giudicata dai referendari troppo restrittiva ai fini delle tecniche utilizzabili. L'affluenza alle urne, non superiore al 26% non ha però permesso il raggiungimento di alcun quorum.

In Austria è ammessa sia la fecondazione artificiale tra coppie sposate o conviventi sia quella eterologa, ma non per le donne sole. I componenti la coppia inoltre devono essere entrambi in vita e non è consentito un utero in affitto. E' inoltre ammesso l'accesso ai dati del donatore.

In Francia una legge del 1994 stabilisce che solo le coppie sposate o conviventi da almeno due anni possano far uso dell'inseminazione artificiale. Non è ammessa la fecondazione post mortem e l'uso di utero in affitto. E' ammessa l'inseminazione artificiale eterologa solo nei provati casi nei quali la procreazione assistita non abbia avuto successo all'interno della coppia.

In Germania una legge del 1990 ammette l'inseminazione omologa e eterologa solo per le coppie sposate. La fecondazione in vitro è ammessa solo se omologa. E' inoltre vietato trasferire nel corpo di una donna più di tre embrioni per un ciclo di inseminazione. Non sono ammessi l'inseminazione post mortem e l'utilizzo di un utero in affitto.

In Gran Bretagna una legge del 1990 consente l'inseminazione sia omologa sia eterologa applicabile a coppie sposate o conviventi ed anche a donne singole. E' permessa l'inseminazione post-mortem ed anche l'utilizzo di un utero "in prestito" purché non ci siano transazioni di denaro allo scopo.

In Norvegia l'accesso all'inseminazione artificiale è consentita alle coppie sposate e ai conviventi in comprovato modo stabile. L'inseminazione eterologa è ammessa solo quando il marito o il convivente della donna sia sterile o se si è in presenza di gravi malattie ereditarie.

In Spagna possono accedere all'inseminazione artificiale sia omologa che eterologa solamente le coppie sposate o conviventi purché vi acconsentano in modo libero e cosciente. La prima legge che regola la materia è del 1987.

In Svezia possono accedere all'inseminazione omologa e eterologa tutte le coppie sposate o conviventi. Non è ammessa l'inseminazione per la donna single. La fecondazione in vitro è ammessa solo se omologa e non è ammesso l'utilizzo di un utero in affitto.

Negli Stati Uniti d'America, nazione di tipo federalista, la situazione è complessa in quanto per ogni singolo stato esiste una differente legislazione. Tuttavia è ammessa l'inseminazione sia omologa che eterologa e in qualche stato, come ad esempio la California, è ammesso l'utilizzo di un utero in affitto.

Il dibattito etico sulla fecondazione assistita è pure notevole e variegato. Le principali posizioni etiche sull'argomento sono due. Vi è una linea asserente che l'embrione è a tutti gli effetti una "persona" con tutti i diritti connessi, ad essa si contrappone la linea che nega che all'embrione possa attribuirsi questo stato e quindi dei diritti. Tuttavia le due linee non sono così nette e tra esse vi sono numerose differenziazioni, che esprimono, a grandi linee, le tendenze etiche che oggi si stanno dibattendo nella nostra società su questo argomento.

L'etica dell'autonomia pone in primo piano l'autonomia di scelta degli uomini ed è quindi fortemente permissiva ad ogni decisione, individualmente presa da quegli individui che per diverse ragioni non siano in grado di procreare per vie naturali a causa di sterilità, orientamenti sessuali, scelte di vita personali ed altro così da voler ricorrere alla tecnica medico-biologica per dare corpo alle loro scelte.

L'etica del senso comune ritiene la procreazione assistita ed artificiale sia una pratica accettabile quando risulti essere l'espressione di una relazione di coppia stabile che desideri rimanere negli standard della famiglia tradizionale superando la fase di difficoltà di riproduzione e parimenti il piacere e il desiderio di prendersi cura della crescita e dello sviluppo di un figlio non adottivo.

L'etica relazionale valuta l'eventuale procreazione come momento importante ma non essenziale di una relazione fra due persone. Una relazione di coppia quindi non avrebbe unicamente e necessariamente come unico scopo quello della procreazione. Dunque in questo contesto l'amore sarebbe il considerare l'altro il fine della relazione di coppia e non il mezzo per procreare e sarebbe pertanto riduttivo considerare la procreazione solo come un mezzo di produzione di altri esseri umani. In questa ottica tutte quelle attività che porterebbero a strumentalizzare l'uso del proprio corpo quale la

riproduzione artificiale, con la donazione di seme ed ovuli, quale ogni surrogazione di maternità come inseminazione artificiale ed utero in prestito, quali i processi di selezione e congelamento degli embrioni, quali i meccanismi di aborto, sarebbero degli atti alienanti in quanto non fondamentali per la relazione. Difficilmente in essi si andrebbero a riconoscere atti prodotti dell'amore.

L'etica della creazione riguarda il modo, se si vuole la qualità, con cui avviene la «creazione» di un figlio. L'uomo è essenzialmente un creatore, che ha il dovere attraverso la procreazione, di cooperare con la Legge di Evoluzione. Lo strumento principale che egli ha a disposizione per esercitare questo suo potere è racchiuso nel rapporto sessuale che assieme alla qualità dei sentimenti della coppia costituirebbero i fattori determinanti nella nascita di una nuova vita. Questo aspetto si perderebbe completamente nella procreazione assistita.

L'etica della responsabilità emette forti riserve sulla procreazione assistita, perché il diritto ad avere figli, quando questi non provengano da atti naturali, quasi mai sarebbe una libera scelta ma solo un implicito condizionamento dovuto alla famiglia e alla società. In questa ottica la produzione in eccedenza di embrioni e il loro congelamento sono visti come atto «angoscioso» e «disgustoso» perché agli embrioni si riconosce un diritto forte alla vita considerato superiore al diritto della donna a soddisfare il suo desiderio di maternità.

L'etica della legge di natura, che ha valutazioni molto simili a quelle della morale cattolica, ritiene che l'embrione sia una vita umana a tutti gli effetti fin dal momento della fecondazione, quindi giudica la creazione di embrioni a scopo di ricerca, il loro congelamento e la distruzione di quelli in soprannumero, nonché la diagnosi prenatale per verificare le anomalie, come una vera e propria «strage degli innocenti». Ammette, però, l'aborto indiretto (l'uccisione del feto per salvare la madre) quando è inevitabile.

Donazione di organi

Le donazioni tradizionali di organi possono dividersi in due grandi tipi. Ci sono donazioni di organi da persona umana ovvero da animali (xenotrapianto). I trapianti da persona umana possono essere da persona viva (trapianto di un rene) o da cadavere (trapianto del fegato, del cuore, altro). Per diverse religioni i trapianti umani, ledendo l'integrità fisica dei corpi donanti, ai quali è stata magari promessa una resurrezione corporea, non sono accettabili. Se da un lato si incoraggia la donazione per espanto degli organi come atto di bontà a favore di malati privi di speranze, dall'altro si aggiunge "purché in forme eticamente accettabili". Condividiamo indubbiamente quel fenomeno di commercio degli organi che si può innestare sul fenomeno, ma non per questo occorre condannare i trapianti, ma solo reprimere gli abusi. Al solito non sono i trapianti un male ma è l'uso negativo che si può fare dell'idea ad essere deprecabile.

Cellule staminali

Nei feti e negli embrioni di pochi giorni sono rinvenibili, e quindi prelevabili, alcune cellule, dette staminali, che nascono indifferenziate e che in seguito hanno la capacità di andare a formare i diversi tessuti degli organismi. La fecondazione dell'ovulo femminile crea una cellula detta "totipotente" che si riproduce in cellule identiche e che, per meccanismi ancora sconosciuti, si differenziano e formano gli organi del feto. Esse sono state usate in campo medico sia per curare piaghe croniche sia per sostituire organi danneggiati o mal funzionanti, aggirando i problemi dei trapianti. Il problema di utilizzo dell'embrione come serbatoio di cellule staminali ha suscitato un dibattito di carattere etico, essendo giudicata da taluni inaccettabile la rinuncia all'inviolabilità degli embrioni, non ancora risolto. Per la Chiesa Cattolica, ad esempio, le tecniche che prevedono la manipolazione e magari la distruzione di embrioni umani non sono moralmente accettabili anche quando il loro fine è condivisibile. L'embrione è ritenuto persona fin dal primo istante di esistenza ed è considerato immorale utilizzarlo o generarlo a fini di ricerca scientifica.

Il dibattito portato in sede ONU non ha condotto al blocco dell'uso delle cellule staminali. Nel frattempo si sta valutando l'utilizzo di serbatoi alternativi quali il cordone ombelicale e il midollo osseo.

Organismi geneticamente modificati (Ogm)

In Italia un decreto legge ha bloccato per tutto il 2005 la coltivazione degli Ogm (Organismi geneticamente modificati). Tuttavia dal 1 gennaio 2006 il decreto è inoperante ma non sembra che la faccenda abbia avuto grande popolarità.

Attualmente al mondo circa 1 miliardo (su 7 miliardi) di persone consumano prodotti provenienti da Ogm e le proiezioni parlano del raggiungimento dei 3 miliardi. Alcuni scienziati italiani indicano generici pareri negativi, altri sono di parere opposto. Questi pareri a favore degli Ogm sembrano essere molto motivati almeno per l'abbattimento di sostanze cancerogene indispensabili per combattere l'attacco alle sostanze non geneticamente modificate. Spesso gli alimenti sono pieni di tossine cancerogene (ad esempio le aflatossine del mais) , escrementi, metalli pesanti, pesticidi) che alla fine del processo della catena alimentare finiscono sulla nostra tavola

Ultimo interessante problema è l'influenza, non già l'inquinamento, che un campo coltivato ad ogm può avere con un campo vicino. Le distanze di rispetto sono calcolate in ragione di duecento metri (30 metri secondo alcuni ottimisti, 20 chilometri per altri pessimisti) da confine a confine. Invece fonte di influenza/ inquinamento è il trasporto dei semi senza accorgimenti.

Si assiste a volte a sprechi irrazionali come cento ettari di mais mandati in fumo poiché contenevano lo 0,1 per mille di ogm, la distruzione del 20% della produzione di latte di una Regione italiana che conteneva anatossine in percentuale troppo elevata rispetto al consentito.

Alcuni pareri di politici sono negativi ma questi sono solo pareri umorali o di facciata.

Coltiviamo tabacco e riso transgenico, uliveti resistenti all'attacco di insetti. E' pronta una variante ogm del San Marzano, che sta scomparendo a causa di un virus, ma in Italia non è producibile, così il brevetto sarà esportato in Cina. L'attuale pasta deriva da grano duro, il vino, la birra, il pane, lo yogurt, alcuni tipi di formaggi, e più di recente insuline artificiali per diabetici, tabacco transgenico per prodotti farmacologici, le farine di soia, i mangimi biotec e i cosiddetti prodotti biologici, sono di fatto degli ogm, perché sono stati ottenuti, migliaia di anni fa, mediante introduzione forzata di lieviti, muffa e batteri ma non sembra che nel tempo sia accaduto nulla.

La clonazione

Per tornare al dibattito generale va presa in considerazione anche una posizione etica non ben definita che taluni indicano come quella derivante da una sorta di Scienza dello Spirito. Tale scienza pur non essendo riconosciuta ufficialmente, fornisce tutta una serie di valutazioni, molto precise, che hanno comunque interesse in questo dibattito. Si parte dall'idea che le modifiche di varia natura che vanno dai trapianti all'ingegneria genetica alla procreazione assistita fino alla clonazione potrebbero essere meccanismi autosviluppanti che il genere umano crea e con i quali opera per difendere sé stesso da un evolucionismo di altre specie che potrebbero tendere a distruggere l'uomo. Secondo alcuni questo potrebbe essere l'ipotetico riconoscimento dell'esistenza di una Mente Universale, che guida tutto il processo evolutivo degli uomini, attraverso un piano predisposto sia a livello individuale che collettivo.

Pertanto l'uomo, non tenendosi al passo con certe evoluzioni e mutamenti, potrebbe agire contro la sopravvivenza della specie. Parimenti potrebbe esserci invece una chiave di lettura antitetica e la manipolazione potrebbe accelerare il processo disgregativo della razza umana, ad esempio sia con l'uso scorretto di sostanze nocive sia con la creazione di virus da laboratorio fortemente distruttivi.

A questo si collega anche una certa accettazione della fatalità nell'assunto che nulla accada a caso, per cui anche

l'impossibilità ad avere figli non sarebbe il frutto di un destino crudele o di una «lotteria naturale» ma l'espressione di uno «stato di necessità» della natura non casuale.

L'idea di essere vivente è ben difficile da definire in modo univoco. Da un punto di vista formale si è portati a convenire che tale nozione possa essere implicitamente definita da un sistema di assiomi/proprietà di tipo aperto, cioè aggiornabili in funzione dell'avvento temporale di nuove e sempre più sofisticate tecnologie.

Al di là di una visione assiomatica occorre tenere presente anche una visione di tipo filosofico, che sia se si vuole di tipo olistico e che vede nella vita qualcosa di più ampio che non il rigido ed assiomatico modo di vedere l'essere vivente come un semplice aggregato di proprietà e funzioni. L'essere vivente sarebbe qualcosa in più e quel di più lo potremmo identificare con quel che di astratto si è portati a chiamare “soffio vitale”.

Vi sono scienziati ed evoluzionisti che sono convinti che caratteristica fondamentale della vita è il meccanismo della riproduzione, (idea questa sulla quale torneremo nel prossimo paragrafo quando parleremo del desiderio di creazione), altri sono maggiormente dell'avviso che l'idea di vita è legata invece al fenomeno della autorganizzazione, cioè a quella capacità di dotarsi di una organizzazione mediamente compatibile con il livello raggiunto dall'intera specie e che conduce l'uomo planetario, nel suo muoversi ed adattarsi al tempo che trascorre, ad una linea evolutiva da considerarsi stabile. Altri ancora preferiscono far riferimento ai **nove assiomi** individuati da **Daniel E. Koshland** e che costituiscono l'assiomatica (aperta) dell'idea di vita da attribuire ad un organismo considerato come insieme dei suoi composti chimici.

Le proprietà (assiomi) che vogliamo controllare un organismo possieda affinché lo si possa sospettare di essere dotato di vita sono le seguenti:

Assiomi di Koshland

1. Un piano organizzativo che descrive gli elementi costitutivi e le loro interazioni. (Assioma di gestione del programma).
2. La capacità di cambiare il programma quando variano le condizioni iniziali. (Assioma della improvvisazione).
3. Risposte repentine a stimoli esterni. (Assioma di adattabilità).
4. La presenza di membrane o di altre strutture che separino l'organismo dal mondo esterno. (Assioma dei comparti separati).
5. Energia che viene scambiata in vario modo nelle interazioni con il mondo esterno. (Assioma dell'energia).
6. Il ricambio parziale di parti usurate o mancanti. (Assioma di rigenerazione).
7. Presenza di enzimi che svolgono precise funzioni all'interno dell'organismo. (Assiomi di specificità).
8. Presenza di capacità di autosostenersi e mantenersi. (Assioma dell'autopoiesi).
9. Essere parte non separabile di una struttura dotata di metabolismo e con caratteristiche di ereditarietà. (Assioma dell'evoluzione).
10. La vita riconosciuta in un organismo è dotata di un valore aggiunto che va al di là di quella che sia la mera aggregazione di proprietà e funzioni logicamente riscontrabili. (Assioma olistico).

Queste caratteristiche sono certamente tutte ben presenti nel vivente a noi noto. Per lasciare una apertura verso altre possibili forme di vita, riscontrabili forse in altri pianeti, la Nasa, ad esempio, adotta un sorta di definizione indiziaria di vita ritenendo che: ci possa essere presenza di vita allora che le condizioni di atmosfera e chimiche del pianeta non siano in una forma di equilibrio termodinamico. La mancanza di equilibrio sarebbe indicativo di forme di vita da individuare poi con criteri da stabilire, magari usando, adattando o modificando opportunamente gli assiomi di

Koshland. L'essere artificiale sarebbe tanto più tale quanto più in esso si riconoscano parti consistenti degli assiomi di Koshland (allargati).

Da notare che al momento esistono dei software che soddisfano alcuni degli assiomi di Koshland e precisamente soddisfano gli assiomi del programma, dell'acquisizione, dell'adattabilità e dell'energia. Tali programmi, pensati come organismi, sono una inquietante forma di pseudo-vita e non sono molto lontani da quelli che noi intendiamo per organismi viventi, poiché nel loro essere nascono, si sviluppano, evolvono e muoiono sia pure solo all'interno dei computer ove agiscono.

4.3. Il desiderio di creare: prodomi di intelligenza artificiale

Sin dalla sua nascita, nella seconda metà degli anni '40, il campo dell'Intelligenza Artificiale (IA) ha forse ospitato la più significativa delle battaglie intellettuali sviluppatesi all'interno della scienza moderna. Il termine Artificial Intelligence (Intelligenza Artificiale) venne coniata dal matematico americano John McCarthy, durante uno storico seminario multidisciplinare, tenutosi nel 1956 in una località del New Hampshire.

Per IA si intende, in una larga accezione del termine, la possibilità di far svolgere ad un calcolatore, o ad una struttura meccanica gestita da un calcolatore, alcune funzioni e alcuni ragionamenti tipici della mente umana, così come sono codificati, ad esempio, negli assiomi di vita che abbiamo chiamato assiomi di Koshland allargati. Negli ultimi anni abbiamo assistito ad una sempre più ampia partecipazione di nuovi attori in questo dibattito che, ristretto un tempo alle torri d'avorio di alcune importanti Università, oggi si apre al contributo di vari operatori sul campo, non solo informatici ed ingegneri dell'hardware ma anche a studiosi di varie provenienze, anche a militanti nelle discipline delle scienze mediche, biologiche, sociali ed umani in genere. In tal modo, come più in generale per il campo dell'Informatica, anche il dibattito sull'IA è diventato sempre più accessibile ai più, entrando in sintonia con gli eventi più complessi della società, ivi comprese le dinamiche di mercato (quindi l'economia), gli umori e le necessità del pubblico (quindi la pubblicità e il binomio salute-benessere) e, si affacciano oggi, gli aspetti etici. Trattando di intelligenza artificiale quindi occorre tener presente che con questo termine si individua non solo un campo di applicazioni concrete ma anche uno dei campi di dibattito teorico, forse un punto d'incontro, tra scienziati e filosofi, campo nel quale sembra esserci un significativo contributo atto a delineare il futuro delle nostre vite. Non vi è dubbio che in questo dibattito si presentano molte tensioni, incertezze, dubbi, indicazioni di pericoli ma l'attuale tensione sull'IA, a nostro avviso, non è altro che un riflesso di quella tensione che si agita nella nostra società verso un futuro difficile per il quale non è prevedibile cosa potrà riservarci.

In una prima superficiale analisi tutti ci troviamo d'accordo nel ritenere che gli esseri umani siano intelligenti, riteniamo anzi che questa sia una caratteristica distintiva rispetto ad altre specie, tuttavia a ben riflettere non sembra che esista una definizione accettabile di intelligenza. Secondo Marvin Minsky, uno dei "pionieri" della IA, lo scopo principale di questa disciplina sarebbe quello di "creare macchine capaci di fare attività che richiederebbero intelligenza se fatte dagli uomini", quindi la domanda al centro del dibattito sull'IA potrebbe essere racchiusa nella sintomatica domanda: "I computer possono pensare?". La domanda che ci poniamo non è di oggi, anzi, come ci piace evidenziare, questo quesito era argomento d'interesse forte anche attorno alla metà dell'Ottocento, riguardo la macchina (teorica) di Charles Babbage. La sua allieva e collaboratrice Ada Byron, Contessa di Lovelace, ebbe a dichiarare "Questa macchina non ha la pretese di creare alcunchè. Essa non può realizzare se non ciò che noi sappiamo metterla in grado di eseguire". E' interessante citare un lavoro, scritto circa cento anni dopo Babbage, agli inizi degli anni '50, da Bruno De Finetti.

Questo studioso famoso, considerato il fondatore della teoria della probabilità soggettiva, quando era Attuario alle Assicurazioni Generali, dedicò un lungo periodo a visitare i principali Laboratori esistenti allora negli USA (Los Angeles, New York, Boston, Washington, Philadelphia, Princeton) e in particolare trascorse un periodo di studi al Watson Scientific Computing Laboratory della Columbia University, partecipando pure al momento storico in cui a Los Angeles venne inaugurato lo Swac. Sulla sua esperienza in relazione a quelli che lui amava chiamare “sistemi a schede perforate” ebbe a scrivere, con chiari scopi epistemologici:

*“Cervelli giganti, Macchine che pensano: così definiscono le calcolatrici elettroniche coloro che più rimangono colpiti o intendono colpire rilevando quanto vaste e complesse operazioni del pensiero esse possono venire comandate ad eseguire. Semplici ausiliarie: così ribattono altri facendo rimarcare che si tratta pur sempre di operazioni che esse vengono comandate ad eseguire, cosicché la funzione creativa del pensare rimane intangibile attributo dell'uomo che le costruisce e le usa. Concepita in questi termini, di contrapposizione di due tesi nettamente definite, la questione è mal posta: si ridurrebbe a un vano dilemma metafisico, per di più connesso con ogni possibile preconcepito di carattere morale. E' la stessa situazione che si incontra nel voler indagare sulla linea di demarcazione fra regno animale e vegetale, o tra mondo vivente o inerte (o, in altro campo, tra onde e corpuscoli). E tale analogia sarà utile da tenersi presente, perché anche qui si può dire, nello stesso modo, che si tratta di indagare sul confine di ciò che va considerato come effettivo dominio del pensiero.”*⁵⁹

Ancora un momento importante è la nascita della disciplina denominata *cibernetica*, disciplina che trae origine proprio dall'idea di esplorare la regione oscura nella quale è delineato il vago confine tra il campo dei fenomeni fisico-tecnologici da quelli propri dell'essere umano propriamente detto. Il fondatore della disciplina Norbert Wiener (1894-1964), si occupò di studi comparati sulle analogie tra funzioni fisiologiche e psichiche degli animali con analoghe funzioni riscontrabili nei grandi apparati di calcolo, quali ad esempio il confronto tra struttura interna delle macchine calcolatrici e sistema nervoso dell'animale e dell'uomo.

Le risposte attuali alla domanda "I computer possono pensare?", sono varie e discordi. In primo luogo occorre che ci si intenda su cosa significhi pensare. Distinguiamo solo, in questa analisi, i due grandi campi paradigmatici nei quali si riconoscono le comunità scientifiche che si occupano di IA.

1. Il primo campo detto del *paradigma dell'intelligenza artificiale forte*, risale al filosofo empirista inglese Thomas Hobbes. In questo punto di vista un computer correttamente programmato può essere considerato dotato di una intelligenza pura, non distinguibile in modo rilevante dall'intelligenza umana. Non vi è dubbio che fondamento di questo paradigma è il pensiero di Alan Turing e il suo test atto a ritenere che un computer è dotato di intelligenza quando interagendo con un essere umano viene confuso con un altro essere umano. In questa ottica si sostiene che pensare è ragionare e ragionare è nient'altro che calcolare. La mente umana, anche ricordando il pensiero di Hobbes, sarebbe il prodotto di un complesso insieme di calcoli eseguiti dal cervello. In questo Hobbes si riallaccia al cosiddetto *sogno di Leibniz*⁶⁰ e prelude al pensiero di Alan Turing.

⁵⁹ De Finetti B., *Macchine “che pensano” (e che fanno pensare)*, “Tecnica ed Organizzazione”, n. 2, 1952, p. 31- 27.

⁶⁰ Vedi in paragrafo 4.8 : il sogno di Leibniz.

2. Il secondo campo, detto paradigma dell'*intelligenza artificiale debole*, sostiene che un computer non riuscirà ad essere equivalente (o confondibile) con una mente umana. Potrà forse arrivare alla simulazione, anche molto efficiente, di parecchi processi cognitivi umani, senza tuttavia riuscire a riprodurli nella loro totale interezza e complessità.

Una critica interessante consiste nell'osservare che, secondo alcuni esperti del settore, è improbabile il raggiungimento, da parte di un computer, di una capacità di pensiero classificabile come "intelligenza". Ciò per fatto che la macchina stessa è "isolata" dal mondo ovvero collegata con esso tramite una rete informatica che è in grado di trasmettergli delle informazioni provenienti da altri computer. Una più reale "intelligenza artificiale" potrebbe essere raggiungibile solo da un robot (non necessariamente umanoide) in grado quindi di muoversi (su ruote, gambe, cingoli o quant'altro) ed interagire con l'ambiente che lo circonda magari grazie a sensori e bracci meccanici. Anche nell'uomo, del resto, l'intelligenza deriva talvolta da esigenze corporee, che difficilmente si svilupperebbero in una simulazione priva di un corpo.

Inoltre, finora, nel tentativo di creare IA, si è spesso compiuto un errore che ha portato i computer all'incapacità di utilizzare il buonsenso, o se si vuole alla capacità di disporre del principio di adattabilità (nel senso di Koshland). La sperequazione uomo-macchina comunque dovrebbe includere nell'analisi la considerazione che il mondo reale è complesso e quindi una sua rappresentazione lo sarà altrettanto. Non solo sarà complessa, ma sarà anche incompleta, perché non potrà mai includere tutti i casi che il robot potrà incontrare. Perciò, o immettiamo nel cervello artificiale una quantità enorme di informazioni assieme ad altrettante regole per correlarle oppure lo mettiamo in condizione di imparare dai suoi errori. La chiave dell'IA, sembra proprio essere questa: imitazione della sua analoga naturale ovvero l'intelligenza reale, tenendo presenti le caratteristiche comportamentali e umane di un individuo in ciò che si chiama "senso comune".

Ancora una questione. Nell'evoluzione delle macchine intelligenti si sono spesso saltate intere generazioni di macchine più modeste, tuttavia in grado di fornire preziosi contributi per capire come gli organismi biologici interagiscono con l'ambiente attraverso la percezione, il movimento e la manipolazione. Ora, per fortuna, c'è chi segue un approccio più coerente: prima di insegnare a un robot a giocare a scacchi, è necessario insegnargli a muoversi, a vedere, a sentire. Si comincia a ritenere, e non è fantascienza, che anche nel robot intelligente occorre creare una specie di "infanzia", che gli consenta di mettere a punto autonomi processi di apprendimento e di adattamento all'ambiente in cui si troverà ad agire. Se si vuole un sistema esperto che apprende dagli errori. È forse necessario da quanto detto il promuovere due tipi di evoluzioni di fatto parallele. La prima in cui prodotti informatici semplici portino alla creazione di elaboratori sempre più complessi ed una seconda via, interna alla struttura del singolo automa, che gli permetta una sorta di crescita intellettuale, sotto naturalmente la supervisione umana, con tendenza (controllata) verso una futuribile autonomia decisionale.

Le nostre considerazioni conducono a pensare che l'intelligenza artificiale, attraverso le vie di sviluppo che gli sono proprie, diverrà probabilmente un'intelligenza "essenzialmente diversa" da quella umana. Ne nascerà allora anche un nuovo modo di concepire la vita umana e la vita artificiale. Le ricerche sull'Artificial Life, considerata oggi una branca della IA, venne inizialmente proposta, come campo di studi, da Chris Langton. Tale campo è chiaramente legato alle parti più sviluppate della robotica avanzata e, se si vuole, capace di stadi evolutivi. Il tipo di ricerche in termini di software e hardware tenta di comprendere e costruire quello che potrebbe essere l'ambiente e quelli che dovrebbero essere in esso gli organismi primitivi interagenti. Gli organismi di tale ambiente si riproducono ed evolvono verso popolazioni più complesse e sofisticate, tutto ciò anche senza l'intervento umano.

4.4. Tappe del dibattito sull'intelligenza artificiale

1900. Durante il Secondo Convegno Internazionale dei Matematici tenutosi a Parigi nel 1900, David Hilbert⁶¹, nella sua prolusione iniziale (8 Agosto) enunciò una lista di 23 problemi che egli considerava fondamentali per la fondazione della matematica del XX secolo. Tali “Problemi matematici” per essere risolti avrebbero, a suo avviso, idee e tecniche impensabili ed innovative. La sua previsione fu tanto vera che alcuni di questi, di seguito enunciati, daranno vita sia alla scienza dei computer sia all'IA.

1. “Quanti sono i numeri reali?” La domanda nascondeva il sapere se tra l'infinito dei numeri reali (continuo) e quello dei numeri naturali (numerabile) vi fossero potenze intermedie o no. In modo sorprendente nel 1938 Kurt Gödel dimostrò che non era possibile escludere la non esistenza di una potenza intermedia. Nel 1963 Paul Cohen dimostrò che nemmeno l'esistenza si può escludere. Dunque la nuova questione è che siamo davanti ad un bivio della matematica.
2. Dimostrare la coerenza della Teoria dei numeri reali. Ancora Kurt Gödel nel 1931 dimostrò che non è possibile dare questa prova dall'interno della teoria. Essa andrebbe immersa in una teoria più ampia, nella quale la prova potrebbe essere data ma riaprendo il problema della coerenza per la nuova teoria. L'idea venne poi estesa da Gödel ad un qualsiasi sistema razionale.
3. Risolvere i problemi dell'aritmetica quali: la congettura di Goldbach (ogni numero pari è la somma di due primi), l'ipotesi di Riemann (1859), l'ultimo teorema di Fermat (l'equazione $x^n + y^n = z^n$, per $n > 2$, non ha soluzioni intere). L'ultimo teorema di Fermat (1665) è stato provato nel 1995 da Andrew Wiles. Secondo alcuni tale problema non fece mai parte della lista di Hilbert, ma si affiancò ad essa la congettura di Poincaré (1904).
4. Dimostrare la congettura di Keplero sulle arance. Le arance, usualmente, si dispongono a strati e quelli dello strato superiore, in modo sfalsato, vanno a colmare gli avvallamenti lasciati dallo strato precedente (stato

⁶¹ Hilbert David (Königsberg, 23 gennaio 1862-Göttinga, 14 febbraio 1943). Nel 1885 si laureò presso l'Università di Königsberg con una tesi sulla Teoria degli Invarianti. Nel 1895 ottenne la cattedra all'Università di Göttinga, dove rimase tutta la vita. Nel 1899, con *Fondamenti della Geometria*, partendo dalla critica di Euclide, “ridefinisce” la geometria come sistema assiomatico (rigoroso e del tutto indipendente dal contenuto fisico o numerico che possa esprimere), distinguendola così dalla geometria come scienza dell'estensione. Questo suo lavoro sulla geometria ha avuto una grandissima influenza, da esso si determina infatti lo sviluppo della geometria non-euclidea e prende il via il “nuovo corso” della matematica che ha poi caratterizzato il XX secolo. Hilbert ha “iniziato” il formalismo, movimento secondo cui la matematica è definita come un insieme di sistemi formali: le proposizioni si ottengono tutte a partire da un insieme di assiomi di cui vanno provate la coerenza, l'indipendenza e la completezza. Il Programma di Hilbert ha portato allo sviluppo della Teoria della Commutabilità. Una sua raccolta di 23 problemi, indicati ancora oggi con il nome di Problemi di Hilbert, alcuni dei quali ancora senza soluzione, ha influenzato profondamente la matematica del XX secolo. Hilbert ha fornito contributi notevoli anche in altri campi: ha prodotto le basi matematiche alla meccanica quantistica, ha dimostrato risultati di algebra astratta (poi utilizzati dalla Noether nell'algebra degli ideali e degli anelli), ha concepito il primo spazio di funzioni. Nel 1928 fu nominato membro della Royal Society.

naturale), fino a formare una sorta di piramide. La domanda è se questa sia o non sia la migliore disposizione (cioè quella che lascia un minor volume di spazi vuoti). In altre parole come delle sfere di ugual raggio riempiono lo spazio realizzando una densità massima. La congettura di Keplero, in realtà, era stata presentata prima di lui Sir Walter Raleigh (1611). Sir Raleigh, creatore dell'Impero coloniale inglese, si era posto il problema del trasporto delle palle di cannone. La congettura, asserente che la disposizione naturale è la migliore, è stata provata da Thomas Hales nel 1998, con un teorema consistente in una dimostrazione di 250 pagine completata da l'esecuzione, ripetibile, di un programma di tre gigabytes. .

1910. Pubblicazione dei *Principia mathematica*, il tentativo di Bertrand Russell e Alfred North Whitehead di fornire fondamenta filosofiche più solide alla matematica.

1920. La teoria generale della relatività di Albert Einstein estende il lavoro sulla geometria posteuclidea di Hilbert e di altri matematici dell'800 all'ambito della fisica. Einstein dimostra che quando si considerano fenomeni a livello cosmico, il punto di vista e il movimento dell'osservatore sono importanti quanto l'evento osservato.

1921. Pubblicazione del *Tractatus Logico-philosophicus* di Ludwig Wittgenstein, il quale applica al linguaggio l'approccio di Russel e Whitehead. Tutti i dibattiti filosofici nascono dalle incoerenze e dalle imperfezioni del linguaggio umano, afferma Wittgenstein. Tali dibattiti diverranno inutili una volta che verrà determinata la struttura nascosta del linguaggio.

1925. Kurt Gödel entra all'Università di Vienna ed è risucchiato nell'orbita di Moritz Schlick un filosofo della scienza attorno al quale ruotava il grande Circolo di Vienna.

1927. Werner Karl Heisenberg propone che l'"indeterminatezza" sia una costante quando si esamini il comportamento di particelle subatomiche. In altre parole, un osservatore non può mai essere del tutto certo della posizione o della direzione di una particella, perché la stessa osservazione influenza il sistema osservato. Come la relatività, il principio di indeterminatezza di Heisenberg si trasforma per i filosofi in un'arma che liquida tutte le forme di indagine scientifica obiettiva come indagini soggettive camuffate.

1929. Kurt Gödel si laurea con una tesi nella quale prova che la logica predicativa di Gottlob Frege è completa.

1938. Il "teorema di incompletezza" di Kurt Gödel dà un colpo di grazia al "programma" trentennale di David Hilbert. Gödel prova l'incompletezza dell'aritmetica come sistema basato sulla logica e, per estensione, la suscettibilità a incoerenze logiche di qualsiasi sistema formale complesso. Più tardi, i critici dell'IA si appoggeranno al lavoro di Gödel per dimostrare che l'intelligenza umana, con la sua capacità può essere replicata attraverso la logica formale o i processi meccanici.

1936. L'articolo di Turing "On Computable Numbers" ("Sui numeri computabili") estende gli argomenti di Gödel offrendo al contempo il punto di vista di una macchina sulla logica formale. Introducendo un dispositivo teorico chiamato "macchina di calcolo logico", Turing delinea un metodo meccanico per eseguire una qualsiasi funzione

definita matematicamente, o algoritmo. Turing introduce perciò un nuovo campo matematico chiamato computazione.

1938. *A Symbolic Analysis of Relay and Switching circuits* (Un'analisi simbolica dei relè e dei circuiti di commutazione), tesi di laurea dello studente al Mit Claude Shannon, applica forme ottocentesche di logica simbolica sviluppate da Gottlob Frege e George Boole alla scienza dei relè elettromeccanici e delle reti telefoniche. Questo articolo getta le basi per la teoria dell'informazione e per le future indagini delle capacità cognitive umane da una prospettiva elettromeccanica.

1939. In Europa inizia la Seconda Guerra Mondiale. Turing comincia a lavorare per il governo britannico come esperto di decrittazione di codici, utilizzando molte delle idee esposte in "On Computable Numbers".

1940. Turing e i suoi colleghi sviluppano una serie di dispositivi chiamati "bombe", in grado di effettuare calcoli con l'enorme quantità di numeri necessari per decodificare messaggi radio crittati.

1943. *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity* (Un calcolo logico delle idee immanenti all'attività nervosa), introduce il modello neuronale del cervello. Gli autori, Warren S. McCulloch e Walter Pitts, paragonano il cervello a una vasta rete telefonica composta di interruttori "neuronali" di tipo binario (acceso/spento).

1944. Turing e i suoi colleghi ricercatori completano la costruzione di Colossus, un dispositivo di calcolo con 1800 valvole utilizzato per decrittare i messaggi tedeschi in codice.

1945. Gli ingegneri americani John W. Mauchly, J. Presper Eckert e gli altri completano la costruzione di ENIAC, una macchina considerata dalla maggior parte degli storici della tecnologia il primo computer moderno.

1947. Arthur Samuel, ricercatore alla University of Illinois, inizia i suoi primi esperimenti con il gioco della dama computerizzato.

1948. In *Cybernetics or control and communication in the animal and the machine* (Cibernetica, controllo e comunicazione nell'animale e nella macchina), il professore al Mit Norbert Wiener afferma che il sistema nervoso umano e i sistemi di comunicazione meccanici come la rete della Bell Telephone non sono distinguibili, almeno da un punto di vista teorico.

1948. Lo Hixon Symposium on Cerebral Mechanisms and Behavior tenutosi al Cal Tech ospita il primo importante raduno di psicologi, matematici e ingegneri riuniti per discutere la natura elettromeccanica del cervello umano. "The general and logical theory of automata", un intervento del matematico ungherese John von Neumann, introduce la nozione secondo cui tutta la vita può essere ridotta a sistemi autoriproduttivi che seguono regole matematiche fisse.

1950. *Macchine di calcolo e intelligenza*, di Turing, introduce l'Imitation Game, più tardi chiamato test di Turing. Se una macchina può far credere a un essere umano che sta comunicando con un altro umano, afferma Turing, la macchina deve essere considerata intelligente.

1950. Diventa operativo Edvac, un successore di Eniac. Primo computer a impiegare programmi residenti, Edvac è anche la prima macchina a incorporare i principi di calcolo universale esposti nell'articolo di Turing del 1936.

1950. Shannon scrive il primo articolo sulla possibilità di giocare a scacchi contro un computer. Viene programmato un elaboratore numerico dedicato al gioco degli scacchi.

1956. La conferenza estiva di Dartmouth sull'intelligenza artificiale introduce ufficialmente l'espressione "intelligenza artificiale".

1956. Allen Newell e Herbert Simon presentano Logic Theorist, un programma basato sui principi euristici di George Polya. Precursore dei moderni sistemi esperti, Logic Theorist ha la capacità di provare teoremi matematici attraverso l'applicazione logica di assiomi fissi. I successivi ricercatori e filosofi chiameranno "manipolazione simbolica" questo approccio all'IA.

1957. Allen Newell e Herbert Simon presentano General Problem Solver, un più robusto successore di Logic Theorist. GPS risolve rompicapi attraverso una tecnica di feedback cibernetico chiamata "analisi-mezzi-fini".

1957- Syntactic Structures, di Noam Chomsky, è un approccio allo studio della linguistica da un punto di vista di scienza informatica. Chomsky ipotizza che il linguaggio possa essere studiato secondo la sua logica e le sue regole interne, dando così il via alla "rivoluzione chomskyana" in linguistica. Gli studi di Chomsky determinano infine che fattori biologici giocano un ruolo chiave nella comprensione del linguaggio, contraddicendo e minando alla base i tentativi della comunità dell'IA di costruire sistemi di linguaggio naturale ex situ.

1958. John McCarthy sviluppa il linguaggio di programmazione Lisp, uno dei principali strumenti di programmazione per l'IA.

1958. Herbert A. Simon e Allen Newell, professori al Carnegie Institute, pubblicano il loro primo articolo sul Gps, "Approccio Euristico al 'problem solving', nel quale affermano tra l'altro che il decennio successivo avrebbe portato grandi avanzamenti dell'intelligenza artificiale delle macchine, compreso il primo computer campione di scacchi.

1958. John McCarthy e Marvin Minsky fondano l'Artificial Intelligence Laboratory presso il Mit.

1960. In *Mente, macchine e Gödel*, John Randolph Lucas afferma che il teorema di incompletezza di Gödel contiene una trappola che nessuna macchina può attraversare indenne. Perciò la mente non è una macchina, dice Lucas, perché la mente è in grado di superare o aggirare i paradossi che invece intrappolano le macchine legate alla logica formale.

1962. Il programma di dama di Arthur Samuel batte Robert W. Nealy, ex campione di dama del Connecticut.

1963. McCarthy lascia il MIT e va a Stanford, dove fonda lo Stanford Artificial Intelligence Laboratory.

1965. Herbert Dreyfus scrive *Alchemy and Artificial Intelligence*, come memorandum per la Rand Corporation, nel

quale afferma che l'assenza di progressi nel campo dei computer scacchisti a partire dalle previsioni di Newell e Simon del 1957 è un segno dell'eccessivo ottimismo dei ricercatori dell'IA e cita il recente esempio di un programma scacchistico battuto da un "principiante di dieci anni" come prova di stagnazione nel campo di studi.

1965. Con *Eliza. A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine*, lo scienziato del Mit Joseph Weizenbaum introduce Eliza, un programma progettato per imitare il comportamento di uno psicoterapeuta rogersiano.

1967. MacHack, un programma scritto dall'hacker del laboratorio IA del MIT Richard Greenblatt sconfigge lo scettico Hubert Dreyfus dopo che l'autore è sfidato a un pubblico incontro a scacchi.

1969. *Perceptrons*, di Minsky e Seymour Papert, espone le debolezze teoriche della teoria perceptron, o della rete neurale. Anche se Minsky è stato in passato un forte sostenitore della ricerca sulle reti neurali, di solito al libro si attribuisce la colpa (o il merito) di avere smorzato l'interesse a finanziare la ricerca sulle reti neurali fino alla metà degli anni Ottanta. È un testo che riflette anche la natura sempre più competitiva della ricerca sull'IA nei tardi anni Sessanta.

1972. Con *Che cosa non possono fare i computer. I limiti dell'intelligenza artificiale*, Dreyfus amplia il discorso del suo precedente *Alchemy and Artificial Intelligence*. Dreyfus dipinge la scienza dell'IA come il punto più alto della tradizione filosofica occidentale, con il suo tentativo di compartimentizzare l'universo attraverso la logica e le categorizzazioni rigide. Come tale, L'IA ha più della filosofia che della scienza, afferma Dreyfus.

1976. Edward Shortliffe e Bruce Buchanan presentano Mycin, un sistema esperto progettato per diagnosticare malattie ematiche infettive.

1976. *Il potere del computer e la ragione umana. I limiti dell'intelligenza artificiale*, del professore al Mit Joseph Weizenbaum, etichetta la maggior parte della ricerca contemporanea sull'IA come un "trastullo" sempre più distinta dai bisogni della società moderna. Weizenbaum mette anche in dubbio l'etica di questo campo di ricerca: "*Visto che non abbiamo modo di rendere saggi i computer, non dovremmo attribuire loro compiti che richiedano saggezza*", scrive.

1979. *Gödel, Escher, Bach*, di Douglas Hofstadter, randella il dibattito gobeliano iniziato da Lucas nel 1960. Addita numerosi esempi in cui l'incompletezza gobeliana dei sistemi formali fornisce una prova preliminare di autoconsapevolezza dei sistemi.

1980. *Mente, cervelli e programmi*, di John R. Searle, presenta per la prima volta l'argomentazione della "camera cinese" contro la possibilità di macchine senzienti e sfida l'interpretazione dell'"intelligenza artificiale forte" di Robert Hofstadter.

1983. Il ricercatore texano Doug Lenat lancia il progetto Cyc. È il più grande sforzo fino a quel momento di creare una base dati di conoscenza abbastanza ampia da replicare le regole del senso comune umane utilizzate nel ragionamento quotidiano.

1985. Symbolics, una delle prime aziende a offrire software commerciale di intelligenza artificiale, raggiungere i cento milioni di dollari di vendite annuali.

1985. *La società della mente*, di Marvin Minsky, rappresenta il momento culminante nell'abbandono da parte della comunità di ricerca sull'IA dell'interpretazione della mente come macchina manipolatrice di simboli. Minsky presenta invece la mente come un insieme caotico di processi paralleli e talvolta sovrapposti.

1988. *Menti bambine. Il futuro dell'intelligenza robotica e umana*, di Hans Moravec, propone la nozione secondo cui, continuando il corrente trend tecnologico, robot intelligenti rimpiazzeranno gli umani in qualche momento della prima metà del XXI secolo.

1990. In *L'era delle macchine intelligenti*, Ray Kurzweil predice, tra altre cose, che nel 1998 un campione di scacchi umano verrà battuto da un software.

1990. *La mente nuova dell'imperatore*, di Roger Penrose, propone che la fisica quantistica sia in grado di spiegare la capacità della mente di non cadere nelle scappatoie logistiche che ingannano la maggior parte delle macchine.

1991. *Coscienza*, di Daniel Dennett, afferma che la coscienza, il fenomeno che Searle e altri filosofi contemporanei indicano come l'ultima caratteristica che separa il pensiero umano dal calcolo meccanico, è di fatto un effetto ambientale di processi biochimici. "Le menti umane coscienti sono più o meno macchine virtuali seriali implementate, in modo inefficiente, sull'hardware parallelo che l'evoluzione ci ha fornito", scrive Dennett.

1993. Symbolics, le cui vendite annuali sono cadute a dieci milioni di dollari dai cento di otto anni prima, richiede la protezione del Chapter 11 (articolo della legislazione americana sulla bancarotta che in alcuni casi permette che le aziende in fallimento godano della possibilità di riorganizzarsi, al fine di evitare il fallimento stesso; il debitore rimane custode attivo dei propri beni e assume l'identità di "debitore in possesso").

1997. Deep Blue, un supercomputer della IBM, batte il campione del mondo di scacchi Garry Kasparov in una serie di sei incontri. Poco dopo, nel corso di un programma televisivo, Dennett e Dreyfus analizzano a fondo il significato della vittoria.

1999. *L'era delle macchine spirituali*, di Ray Kurzweil, amplia le precedenti previsioni dell'autore. Kurzweil definisce l'evoluzione della macchina come un'estensione dell'evoluzione biologica e predice che alla fine del XXI secolo macchine ed esseri umani saranno indistinguibili.

2000. "Perché il futuro non ha bisogno di noi", un articolo dell'architetto Unix Bill Joy, pubblicato su "Wired", fa eco alle preoccupazioni di Weizenbaum circa l'etica della scienza moderna e dell'intelligenza artificiale. Joy considera plausibile ed accetta la visione di Kurzweil di una tecnologia che si evolve libera dal controllo umano centralizzato, ma considera tale evoluzione pericolosa per l'umanità.

2000. *Mezzo manifesto*, di Jaron Lanier, sfida sia le visioni da incubo di Joy sia le tecnoapocalissi di Moravec e

Kurzweil. Sì, dice Lanier, le macchine stanno diventando più potenti, ma la mente umana responsabile dello sfruttamento di quella potenza deve ancora superare ostacoli probabilmente insormontabili. Lanier si richiama all'affermazione di Dreyfus secondo cui l'intelligenza artificiale è più una fede di una scienza.

Ampiezza di Internet. Google nel Marzo 2005 ha dichiarato di avere circa 8 miliardi di pagine formato A4. È stato valutato che queste pagine rappresenterebbero l'1% delle pagine di Internet che sarebbero dunque 800 miliardi. Ciascuna di esse va contata con la sua molteplicità, una stima prudente ci dice almeno due. Il totale sarebbe 1600 miliardi di pagine. Ciò equivale ad una catasta di fogli alta metà della distanza terra-luna. Una laser che li dovesse stampare tutti (20 pagine al minuto) impiegherebbe 150 mila anni, cioè dall'uomo di Neanderthal ad oggi.

Microchip impiantabili. Tra gli esseri modificati esistono le problematiche connesse ai microchip impiantabili, con un intervento neurochirurgico, nella corteccia cerebrale responsabile del movimento degli arti. La frontiera di questo settore prevede espansione della memoria umana e l'ampliamento delle facoltà uditive e visive.

Lo sviluppo tecnologico. L'uomo nuovo, in quanto uomo tecnologico, comunica in tempo reale con qualsiasi altro abitante del pianeta.

La trasmissione culturale ha la caratteristica di essere sia verticale, sia orizzontale. È verticale, in senso temporale, quando si tramanda da una generazione all'altra, dal padre al figlio, dal nonno al nipote. La trasmissione orizzontale è invece tipica del rapporto atemporale, nello stesso tempo, e da uno a molti come nel rapporto tra il professore e gli alunni. Una terza caratteristica, tipica del nostro tempo, è la trasmissione digitale che si propaga attraverso le nuove tecnologie. Queste possibilità erano naturalmente assenti nelle società precedenti nelle quali vi erano scambi di informazioni di tipo statico. L'uomo di oggi da spettatore ignaro degli eventi è divenuto attore della scena del mondo globalizzato, infatti oggi possiamo collegarci in rete indipendentemente da dove siamo fisicamente e scambiarci informazioni o parcheggiarle in rete. Non vi è dubbio che la creatività e l'innata facilità nella gestione delle nuove tecnologie sono in grado di innescare meccanismi cooperativi, di scambio e di innalzamento della qualità delle informazioni di cui disponiamo.

4.5. Il desiderio di creazione e l'uomo modificato

Immaginiamo l'uomo primitivo e le prime volte che esso ha preso conoscenza razionale del parto, forse più del parto in sé che non della tecnica della riproduzione, in altre parole del parto più che dell'atto sessuale finalizzato alla creazione. È indubbio che fin dall'inizio abbia ritenuto la donna capace di qualcosa di sacrale e divino. È anche parere di molti, forse ipotesi di lavoro, che la divisione del lavoro sociale tra uomini e donne, al tempo delle caverne, possa essere stata influenzata dalla capacità della donna di riprodursi. Erano tempi nei quali l'istinto di sopravvivenza latente indicava la via del moltiplicarsi, la via contro l'estinzione era insita nel crescere numericamente. Così era conveniente che al sicuro nella caverna rimanessero molte donne e pochi uomini, così che cacciatori divennero gli uomini. Caso limite da narrare è quello della caverna nella quale rimangono tutti gli uomini con una donna, le donne invece vanno a caccia e in questa caccia nessuna ritorna: perdono tutte la loro vita. In tal caso la sopravvivenza del gruppo, necessariamente debole, è affidata a quell'unica donna che non potrà che partorire un solo figlio ogni nove mesi, morti escluse. Al contrario se nella caverna rimangono tutte le donne con un solo uomo, la sopravvivenza nel caso di morte dei cacciatori, è fortemente

assicurata con un bel numero di donne potenzialmente gravide da quel solo uomo. 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. Appare chiaro come uno dei grandi problemi dell'uomo sia stato quello della creazione di un nuovo individuo. L'uomo più che la donna, noi pensiamo, è afflitto da questo problema. La creazione, considerata privilegio divino, è il desiderio conscio o inconscio di creare una qualche forma di vita, ovvero di modificarla secondo progetti precisi, ovvero di controllare una mente altrui. Tutto ciò è connaturato con l'essere umano. Recentemente si è molto parlato della inseminazione artificiale dell'uomo ed ampi dibattiti etico-politici sono nati sull'argomento. Anche la creazione della vita in provetta sembra aver realizzato infine il vecchio homunculus degli alchimisti.

Altro grande problema, vicino al creare, è il trasformare gli oggetti del creato. Su questo fronte hanno dominato due aspetti. L'aspetto magico-letterario che ha prodotto nell'immaginario collettivo le figure dell'homunculus degli alchimisti, del Golem di Praga, del mito di Frankstein, del Vampiro e quant'altro. All'aspetto suddetto si contrappongono le tecniche dei trapianti. Per individui in difficoltà sono stati studiati tutori meccanici, poi elettronici e poi ancora computerizzati sempre più sofisticati che vanno da arti artificiali a valvole cardiache artificiali e quant'altro. Si possono, ad esempio, eseguire trapianti di organi come gli occhi, il cuore, i reni, il fegato ed altro ancora da persona a persona, recuperando organi da persone appena decedute. Da evidenziare anche un aspetto psicologico-biologico, molto concreto, che in parte si lega ad una educazione speciale indotta nell'individuo, quella di trasformare/educare. Essa è, in parte, connessa all'antica tecnica della selezione applicata al campo animale e al campo vegetale. Si sceglievano un padre ed una madre biologicamente caratterizzati nella speranza che la loro prole riunisse le caratteristiche genetiche di entrambi. Recentemente a questa antica tecnica, derivante dalla coscienza del Darwinismo, si sono affiancate le nuove tecniche delle biotecnologie e dell'ingegneria genetica, che operando interventi sul DNA, hanno condotto ai cosiddetti organismi geneticamente modificati.

Le leggende sulle trasformazioni sono interessanti ed antiche. Le trasformazioni erano racconti mitologici di eventi mai avvenuti e la cui credenza fortificava la potenza degli Dei. Una delle storie più antiche è la leggenda di Cadmo, che seppellì dei denti di drago nella terra, denti che si trasformarono e generarono, valenti soldati. Nell'estremo Nord canadese e nella Groenlandia occidentale, le leggende Inuit raccontano di un Tupilaq (o Tupilak), che può essere creato da uno stregone per dare la caccia e uccidere un nemico. Usare un Tupilaq per questo scopo può essere un'arma a doppio taglio, in quanto una vittima abbastanza ferrata in stregoneria può fermare un Tupilaq e "riprogrammarlo" per cercare e distruggere il suo creatore. In questo mito, si badi, è insita una idea di programmare e riprogrammare oggi a noi molto vicina.

Nelle favole il tema è centrale: la Bella addormentata nel bosco, simbolo della donna che si risveglia all'amore, Cenerentola, simbolo della donna che emerge da un ceto servile al rango di principessa, Pinocchio che da essere di legno diviene un "razionale bambino".

Interessante l'idea contenuta nel *Pigmalione* (1914) di George Bernard Shaw (1856-1950), che ha fatto sì che la parola "pigmalione" divenisse uno stereotipo di un genere di operatore delle trasformazioni dell'essere umano: il plasmatore psicologico.

Nella sua commedia sociale, Shaw, con il suo stile fuorviante, comincia con il dire che la sua prefazione è più una conclusione che una presentazione. Il suo obiettivo è insegnare agli inglesi a far parlare bene i propri bambini e quindi

la sua è una commedia didattica sull'importanza della fonetica. La trasformazione di Eliza Doolittle, punto centrale della commedia, che fa della donna una novella Cenerentola, è puramente psicologica, Eliza viene plasmata e plagiata. Nel *Pigmalione* si legge:

“... non hai idea di quanto sia interessante prendere un essere umano e trasformarlo in un individuo completamente diverso, fornendogli un nuovo linguaggio. Significa riempire il profondissimo baratro che separa classe da classe e psiche da psiche. ...”

Il citato *Pigmalione* ha una sua lunga ed interessante storia. L'archetipo dell'essere artificiale ma anche dell'androide può in certo modo essere rintracciato fin dalle storie della mitologia greca. *Pigmalione* nasce come personaggio mitologico, ed è re di Cipro e scultore. Aveva rinunciato a prendere moglie, disgustato dalle donne. Quando però scolpisce la statua della fanciulla *Galatea*, se ne innamora perdutamente come sua donna ideale e la porta nel suo letto. Chiede agli Dei di avere una donna bella come la sua statua e *Afrodite* lo accontenta e trasforma *Galatea* in donna. Dalla loro unione nasce *Pafo*, che fonderà l'omonima città sull'isola di Cipro⁶². La mitologia di *Pigmalione* ha ispirato vari autori per i quali il riferimento mitico consiste nella metafora della trasformazione di un individuo in un nuovo essere.

Per tornare al dibattito sull'uomo trasformato mediante implicazioni socio-psicologiche è importante ritornare sul mito di *Pigmalione* e sulla rilettura che ne ha fatto Shaw

Egli con l'anticonformismo e la satira dei suoi lavori fu uno dei maggiori critici dei costumi dell'era vittoriana. Ricordiamo tra le opere: *Le case del vedovo*, *La professione della signora Warren*, *Le armi e l'uomo*, *Candida*, *Cesare e Cleopatra*, *Il maggiore*, *Barbara*, *Pigmalione*, *Androceo e il leone*, *Santa Giovanna*, *La quintessenza dell'ibsenismo*, *Il perfetto wagneriano*. Ottenne il Premio Nobel per la letteratura nel 1925.

La commedia *Pigmalione* è chiaramente un interessante specchio della gerarchia sociale e umana nella quale alto e basso ceto convivono, si scambiano facilmente le parti specie passando da un ruolo sociale ad una figura morale. I conflitti generazionali sono di inaudita violenza, mascherata da una sorta di cattiveria, vissuta con contegno simil-aristocratico.

Prendendo solo vagamente l'idea dal *Pigmalione* mitologico, la commedia di Shaw è la storia di due studiosi, *Pickering* e *Higgins*, che si occupano delle variazioni fonologiche nei ceti bassi della società.

Essi scommettono di poter educare *Eliza Doolittle*, una sguaiata fioraia, nel tempo breve di poche settimane. Il loro obiettivo è condurla ad un ballo di ambasciata senza che nessuno possa riconoscere il vero status sociale della bella ragazza. La cosa riesce alla perfezione, *Eliza* viene scambiata per una principessa ungherese che ha imparato un inglese tanto buono da sembrar finto. Nel *Pigmalione* si legge:

“... la differenza tra una signora e una fioraia non consiste nel modo in cui si comporta, ma nel modo in cui viene trattata. ...”

Eliza fa parte di un'altra classe e, anche quando la scommessa è formalmente vinta, rimane comunque un'estranea al mondo di *Pickering* e *Higgins*. Feroce stilettata contro le convenzioni borghesi di una vita nient'affatto genuina, con gli atteggiamenti dei personaggi al ballo che si chiedono se sia "vera" o "falsa", al punto da convergere in conclusioni in certo modo simili al teatro del grottesco. Infatti la donna si offende abbastanza anche della cinica soddisfazione dei due

⁶² Ovidio, *Le Metamorfosi*, Libro X.

amici, i quali considerano l'operazione solo una loro vittoria personale e non premiano, magari con un finale galante, gli sforzi e l'impegno intelligente della bella Eliza. L'opera di Shaw ha ispirato il musical *My Fair Lady*.

Anche il mondo operistico si impossessò dell'idea del Pigmalione mitologico. Infatti Pigmalione è un dramma in un Atto, che Gaetano Donizetti compose tra il settembre e l'ottobre del 1816, su libretto di Antonio Simeone Sografi. Il soggetto, tratto dalle Metamorfosi di Ovidio, era già stato utilizzato da Jean Jacques Rousseau e rappresentato a Lione nel 1770. Donizetti si servì della versione del Sografi, scritta per l'opera di Giovanni Battista Cimador (1790) e per un lavoro di Bonifacio Asioli (1796), che figuravano, insieme al testo di Rousseau, tra i libri del Liceo bolognese. La prima rappresentazione del Pigmalione è postuma e avvenne a Bergamo, per il XVII Festival delle novità del Teatro Donizetti, il 13 ottobre 1960.

(Il bagliore di un fulmine illumina la statua e Pigmalione, vedendola animarsi, si allontana spaventato)

“Numi che veggo, Numi che mai ravviso tinte di carne ha in viso. Galatea il mio tesoro a poco a poco stende la mano ... il piè negl'occhi ha il foco. Povero Pigmalione, non v'è più speme hai la ragion smarrita non v'è più che sperar.”

(aggirandosi per la scena si trova presso Galatea e, vedendola fare alcuni movimenti più decisi dice)

“Smanio, deliro, deliro e fremo. Ah quest'è di una vita il punto estremo.”

(Galatea fa alcuni passi con incertezza, si guarda attorno e dice)

“Io ...”

(Pigmalione sorpreso s'inginocchia)

“Io ... Numi dei ciel Venere Galatea?”

(Galatea si avvicina a Pigmalione, si ferma, lo guarda e gli dice)

“Di chi son io?”

(Pigmalione)

“Tu sei l'idolo mio. Cara tu l'opra sei di mia man del mio core e degli Dei.”

Ulteriori elementi di metafora sulla creazione di un nuovo individuo li rinveniamo nell'opera del commediografo comasco Massimo Bontempelli (1878-1960) che mostrò nelle sue opere un certo interesse per due tematiche della creazione dell'uomo artificiale quali la persona plagiata e la persona che, affetta da schizofrenia, si identifica in un personaggio differente. Tra le sue opere ricordiamo: *Nostra Dea* (1925), *Minnie la candida* (1927), *Vita e morte di Adria e dei suoi figli* (1930), *Gente del tempo* (1937).

Nella commedia *Nostra Dea*, che diede a Bontempelli un autentico successo, con repliche continue in Italia e in Francia che registravano sempre il “tutto esaurito”. Il suo personaggio Dea è una donna che cambia carattere a ogni cambio d'abito senza riuscire ad acquisire una propria personalità e nemmeno una chiara fisionomia, interpretando il ruolo di un corpo senza storia.

In *Minnie la candida*, la protagonista di Bontempelli viene convinta da un amico dell'esistenza di esseri non umani. Minnie, personaggio che mostra difficoltà a distinguere la realtà dalla fantasia, accetta a tal punto l'esistenza dei robot da convincersi di essere essa stessa un robot. La convinzione la condurrà ad uno stato di disperazione, la disperazione di non essere "vera", per questo si ucciderà.

4.6. Il desiderio di creazione dell'essere artificiale: letteratura e filmografia

Per comprendere una possibile filmografia sul tema che stiamo trattando è opportuno indicare la seguente lista di film ai quali un lettore interessato possa fare riferimento.

2001, Odissea nello spazio

Android

Atto di forza

Blade Runner

Brainstorm - Generazione Elettronica

C.h.o.m.p.s. Supercane Robot (1979)

Classe 1999

Corto Circuito

Cyborg

Cyborg - Il Guerriero d'Acciaio (1989)

Cyborg 2 (1993)

Cyborg, Anno 2087 - Metà Uomo, Metà Macchina... Programmato per Uccidere (1966)

D.A.R.Y.L.

Dark Star

Electric Dreams

Eliminators (1986)

Futurekick (1991)

Futureworld - 2000 Anni nel Futuro (1976)

Generazione Proteus

Guerre stellari

I.A.

Il 6° giorno

Il colosso di New York

Il Mondo dei Robot

Il Pianeta Proibito

IL ROBOT E LO SPUTNIK

Il Tagliaerbe

Io, Robot

Johnny Mnemonic

Knights - I Cavalieri del Futuro (1992)

L'uomo bicentenario

L'uomo meccanico

L'uomo terminale

La fabbrica delle mogli

La Guerra dei Robot

Matrix

Matrix Reloaded

Matrix Revolutions

Metropolis

Metropolis - Animazione

Natural City (2003)

Nirvana

Robocop

Robocop 2

Robocop 3

Robot Holocaust

Robots (2004)

Saturn 3

Simone

Sky captain and the world of tomorrow

Solo (1996)

Stealth - Arma suprema

Strange Day

Terminator
Terminator 2 - Il giorno del giudizio
Terminator 3- - Le macchine ribelli

L'immaginario fantastico collettivo, che si esprime nella leggenda mitologica, nella letteratura e più di recente nei film è costellato da creature artificiali fantastiche e non, perfettamente in grado di svolgere i compiti dell'uomo e magari anche di imitarne i pensieri e gli atteggiamenti. L'intera storia dell'uomo è costellata di leggende, racconti, tentativi letterari ed artistici di creare l'uomo e naturalmente di fallimenti e paure legate a questa ipotetica creazione. Il sogno perenne dell'uomo a riprodursi artificialmente ha i suoi primi segni in alcuni miti e in diverse leggende. Tra le varie risposte letterarie al concetto di essere artificiale una ampia parte della letteratura rifletté le paure degli esseri umani di essere rimpiazzati dalle loro stesse creazioni, siano esse creature magiche, ovvero meccaniche, ovvero da trasformazioni di vario genere quali le cosiddette mutazioni genetiche.

Altre creazioni letterarie sono gli automi metallici, simulanti il femminile, al servizio di Efesto (Hephaestus), il dio del fuoco e dio del metallo identificato dai romani nel deforme Vulcano e che incontriamo nell'Iliade e nella mitologia classica. Si narra che il deforme Vulcano ebbe a realizzare nelle sue fonderie numerosi serventi meccanici sia con sembianze umane che andavano dai utilitaristici e tenaci operai fino alle bellissime ed intelligenti damigelle meccaniche, citate sopra, finemente vestite con abiti dorati sia con sembianze non umane quali tavoli a tre gambe, dotati di volontà propria, che potevano quindi spostarsi. Di seguito altri salienti momenti storici in cui l'uomo ha espresso il suo desiderio di creazione dell'essere artificiale.

1200. Il termine "aneroide" risalirebbe al filosofo, teologo e scienziato Sant'Alberto Magno (1204-1282), che lo utilizzò per definire esseri viventi creati dall'uomo per via alchemica. Una leggenda vuole Alberto Magno costruttore di un vero e proprio androide in metallo, legno, cera, vetro, cuoio, con il dono della parola, che avrebbe dovuto svolgere la funzione di servitore presso il monastero domenicano di Colonia.

Il Golem è un uomo allo stadio primitivo, protagonista di una vecchia leggenda ebraica, narrata nel ghetto di Praga. L'essere può essere pensato nella fase di un simulacro di fango e creta, una statua d'argilla, in attesa di ricevere il soffio divino che lo trasformerà in una creatura dotata di libero arbitrio. Circa la creazione, si legge in un passo del Talmud, cioè di quel mastodontico complesso delle interpretazioni di tutte le tradizioni e leggi ebraiche:

*"...il giorno fu di dodici ore, nella prima la polvere (di Adamo)
venne raccolta; nella seconda ne fu fatto un Golem, nella terza
(gli) furono estese le membra; nella quarta fu infusa in lui l'anima"*
(Rabbi Johanan bar Hanina)

Nel caso della leggenda il Golem prenderà vita grazie alla magia cabalistica e non alla tecnologia scientifica. Fin dall'XI secolo in Germania, Polonia, Cecoslovacchia si diffuse la leggenda che alcuni rabbini, particolarmente esperti nella Cabala, sarebbero stati in grado di dar vita ai Golem, precursori dei moderni aneroidi, tracciando sulle loro fronti i caratteri alif, mem e thaw (i caratteri del nome Adamo). I Golem sarebbero stati utili servitori specie se le loro dimensioni fossero state piuttosto ridotte. Ma una loro caratteristica era quella di crescere a dismisura, diventare ingovernabili e quindi da molti considerati temibili creature. I Rabbini, nella leggenda, per neutralizzare il golem lo inducevano ad inginocchiarsi e gli cancellavano il primo simbolo alif, così che il residuo di leggeva meth cioè morte. La conseguenza era la perdita del soffio vitale e la caduta a terra del golem senza più vita. La leggenda a partire dal XVII

secolo si sposta nella Praga magica del ghetto ebraico e del suo rabbino, il grande Rabbi Loew, capace di infondere vita al Golem. Alla leggenda praghese è ispirato il libro “Der Golem” di Gustav Meyrink (1863- 1932), pubblicato nel 1915 e del quale Franz Kafka (1883-1924), che nel ghetto ebraico di Praga era vissuto, ebbe a dire che “... l’atmosfera dell’antico quartiere ebraico di Praga vi è descritto meravigliosamente”. Il Golem di Rabbi Loew si attiva con una parola infilata tra i denti che gli conferisce una vita molto provvisoria. L’uso dei bigliettini con parole è quello tradizionale in uso al cimitero ebraico di Praga, usato dai parenti per mandare messaggi ai cari defunti.

1842. Una versione più moderna del Golem lo vede costruito come una specie di androide, nella novella di Daniel Uffo Horn (*Der Rabby von Prag*, 1842) e nel libretto di Friedrich Hebbel per il dramma musicale di Arthur Rubinstein *Ein Steinwurf* (1858): il Golem viene qui rappresentato come un uomo-macchina di legno con un meccanismo ad orologeria all’interno della testa. La leggenda del Golem viene infine ripresa e resa famosa dal romanzo *Il Golem (Der Golem)* del 1915 dello scrittore e occultista praghese Gustav Meyrink.

1818. Nella letteratura il primo classico riferito alla creazione di un essere umano artificiale è, in genere, considerato il romanzo *Frankenstein* (1818) di Mary Wollstonecraft Shelley, che viene spesso definito il primo romanzo di fantascienza. Esso è divenuto un sinonimo di questa tematica. La creatura del dottor Frankenstein era assemblata con parti di cadaveri, utilizzando per infonderle la vita, una strumentazione scientifica e l’energia elettrica, studiata solo da pochi anni da Alessandro Volta.

1883. Impossibile non citare il racconto dell’italiano Collodi del 1883, *Le avventure di Pinocchio*, in cui un bambino di legno prende vita. La storia, pur non utilizzando elementi strettamente fantascientifici, contiene i temi fondamentali dei successivi racconti sugli esseri costruiti artificialmente.

Tuttavia questi precursori artificiali non sono ancora dei robot o degli androidi od automi che dir si voglia. Nel linguaggio comune, un robot è un’apparecchiatura che esegue compiti automatizzati, sia in base ad una supervisione diretta dell’uomo, sia per un programma predefinito. Questi compiti vanno a rimpiazzare o migliorare il lavoro umano, come nella fabbricazione, costruzione o manipolazione di materiali pesanti o pericolosi. Così nell’immaginario collettivo, il termine robot viene usato per indicare un uomo meccanico, o un automa che somigli a un animale (reale o immaginario). Il termine ha finito per essere applicato a molte macchine che sostituiscono direttamente un umano o un animale, nel lavoro o nel gioco. In questo modo, un robot può essere visto come una forma di biomimica. L’antropomorfismo è forse ciò che ci rende così riluttanti a riferirci a una moderna e complessa lavatrice, come a un robot. Comunque, nella comprensione moderna, il termine implica un grado di autonomia che escluderebbe molte macchine automatiche dal venire chiamate “robot”. Gli studi in atto tentano di costruire o almeno di immaginare dei robot sempre più autonomi e disquisiscono sulla loro futuribile sociologia e su possibili relazioni ed interazioni con l’uomo. Argomenti questi che costituiscono la ricerca guida su gran parte del lavoro sull’intelligenza artificiale e sulla robotica.

1886. Il primo ad utilizzare il termine androide in un romanzo si ritiene che fu il francese Mathias Villiers de l’Isle-Adam (1838-1889) nella sua opera più celebre, *Eva futura* (*L’Ève future*, 1886), nel quale il protagonista è addirittura Thomas Edison, il quale inventa una donna artificiale quasi perfetta.

1920. Il termine robot, è un’invenzione letteraria successiva, risalente al primo novecento. Il termine deriva dal termine

ceco robota, che significa "lavoro pesante" o "lavoro forzato" ed anche dal verbo ceco roboti ("lavorare"). L'introduzione del termine appare nel dramma fantascientifico in tre atti dello scrittore ceco Karel Čapek (1890-1938), *R.U.R.* (Rosumovi Umělí Roboti) del 1920. Il romanzo più noto con il titolo inglese *Rossum's Universal Robots*, termine interessante e che mantiene l'acronimo R.U.R. del titolo (lett. "Robot Artificiali Rossum"). Il dramma è famoso per ritenersi che in esso sia stato introdotto, per la prima volta, il termine robot. In realtà non fu Čapek il vero inventore dell'idea e forse nemmeno della parola. L'idea, infatti, gli venne suggerita dal fratello Josef, scrittore e pittore cubista, il quale aveva già affrontato il tema in un suo racconto del 1917, *Opilec* ("L'ubriaccone"), nel quale aveva usato il termine "automat" (automa). La diffusione del romanzo di Čapek, in effetti molto popolare sin dalla sua uscita, servì a diffondere realmente il termine robot, pensato ed utilizzato come forza lavoro a basso costo.

Nel dramma vanno in contrasto l'incauta utopia di liberare l'umanità dalla schiavitù della fatica fisica, vagheggiata dal progettista della Rossum, Mr. Domin, con gli effetti catastrofici prodotti dalla comunità liberata, che reagisce male, dedicandosi al vizio e cadendo nell'indolenza e nell'apatia, rasentando addirittura l'estinzione. La moglie di Domin, Hellen Glory, riesce a distruggere i progetti per la fabbricazione degli androidi, mostrando la chiara superiorità dell'intuito femminile sulla razionalità del progettista. Il finale è drammatico in quanto assistiamo alla scena nella quale gli androidi più evoluti, Helena e Primus, si scambiano preoccupanti effusioni in una lunare romantica sera per concludere con una simulata riproduzione umana.

La procedura di costruzione degli androidi (robot) nella fabbrica Rossum, peraltro piuttosto anacronistica, comprende macchine per impastare e tini per il trattamento di protoplasma chimico nel quale gli androidi prendono vita. Nel dramma, anticipando aspetti che diverranno familiari, si parla di una catena di montaggio nella quale dei robot costruiscono altri robot. Si legge:

"Il vecchio Rossum, grande filosofo, [...] cercò di imitare con una sintesi chimica la sostanza viva detta protoplasma finché un bel giorno scoprì una sostanza il cui comportamento era del tutto uguale a quello della sostanza viva sebbene presentasse una differente composizione chimica, era l'anno 1932 [...]. Per esempio, poteva ottenere una medusa con il cervello di Socrate oppure un lombrico lungo cinquanta metri. Ma poiché non aveva nemmeno un pochino di spirito, si ficcò in testa che avrebbe fabbricato un normale vertebrato addirittura l'uomo. [...] Doveva essere un uomo, visse tre giorni completi. Il vecchio Rossum non aveva un briciolo di gusto. Quel che fece era terribile. Ma dentro aveva tutto quello che ha un uomo. Davvero, un lavoro proprio da certosino. E allora venne l'ingegner Rossum, il nipote del vecchio. Una testa geniale. Appena vide quel che stava facendo il vecchio, disse: È assurdo fabbricare un uomo in dieci anni. Se non lo fabbricherai più rapidamente della natura, ce ne possiamo benissimo infischiare di tutta questa roba. [...] Gli bastò dare un'occhiata all'anatomia per capire subito che si trattava d'una cosa troppo complicata e che un buon ingegnere l'avrebbe realizzata in modo più semplice. [...] Quale operaio è migliore dal punto di vista pratico? È quello che costa meno. Quello che ha meno bisogni. Il giovane Rossum inventò l'operaio con il minor numero di bisogni. Dovette semplificarlo. Eliminò tutto quello che non serviva direttamente al lavoro. Insomma, eliminò l'uomo e fabbricò il Robot."

(Brano estratto da *R.U.R.* di Karel Čapek)

I robot di Čapek, comunque, erano uomini artificiali ma organici, in realtà dei replicanti, nel senso usato da Philip K. Dick, uno degli autori di fantascienza che hanno maggiormente scritto sugli androidi. Dal romanzo di Dick *Il*

cacciatore di androidi è tratto il film *Blade Runner* (1982), che presenta un vivido ritratto di replicanti che aspirano a quella vita umana loro ineluttabilmente negata. I replicanti di Dick, come gli androidi di Čapek, sembrano anticipare come prodotto letterario i risultati di quella scienza che oggi chiamiamo ingegneria genetica. Gli uni e gli altri appaiono comunque differenti dai robot dell'immaginario collettivo.

Il tema naturalmente oltre a prendere sfumature politiche e filosofiche, indica chiaramente tutte le paure e le angosce che gli esseri umani hanno allora che si ventili la possibilità che possano essere rimpiazzati da esseri artificiali che loro stessi hanno creato. Nel seguito tuttavia la parola robot viene quasi sempre usata per indicare un uomo meccanico. Il termine androide (dal greco *anèr*, *andròs*, "uomo", e che quindi può essere tradotto "a forma d'uomo") può essere usato in entrambi i casi. Nell'ambito della fantascienza il termine ginoide, peraltro scarsamente utilizzato, indica invece un essere artificiale dalle sembianze apparentemente e a volte realmente femminili⁶³.

Pur avendo inserito numerosissimi robot antropomorfi nella sua sterminata produzione di racconti e romanzi, Isaac Asimov tuttavia non usa in genere il termine androide, reso popolare solo negli anni Cinquanta quando apparve in alcuni racconti di Jack Williamson.

Il termine "robotica" venne usato per la prima volta (su carta stampata) nel racconto di Isaac Asimov intitolato *Circolo vizioso*, o anche *Girotondo*, (*Runaround*, 1942), presente nella sua famosa raccolta *Io, Robot* (1984). Nella introduzione al suo romanzo *Abissi d'acciaio*, Asimov dichiara che, per quanto fosse di sua conoscenza, il termine robotica è stato da lui introdotto, in quel romanzo, per la prima volta nella storia del mondo. Nella narrativa, la preoccupazione e la paura che i robot potessero competere con l'uomo e magari sopraffarlo o addirittura sterminarlo è molto comune. Tra il 1940 e il 1941 Isaac Asimov, con la collaborazione del mitico editore di Astounding, John W. Campbell, elabora le mitiche tre leggi della robotica, divenute un punto fermo della letteratura sui robot. Asimov sempre nel romanzo *Abissi d'acciaio* e nella serie di racconti *Io, Robot*, le enunciò sempre più chiaramente con l'idea di controllare, almeno dal punto di vista letterario, le relazioni fra robot ed esseri umani:

1. Un robot non può arrecare danno a un essere umano, o, per inazione, permettere che un essere umano subisca danno.
2. Un robot deve eseguire gli ordini che riceve dagli esseri umani, ma non quando tali ordini interferiscono con la Prima Legge.
3. Un robot deve proteggere se stesso, finché la sua autodifesa non interferisce con la Prima o la Seconda Legge.

Purtroppo la soluzione del problema non è così semplice, Asimov stesso e i suoi successori hanno basato molti dei loro racconti e romanzi sull'applicabilità/inapplicabilità e sull'insufficienza delle Tre Leggi, costruendo anche la Legge Zero e la Quarta Legge.

La Legge Zero (numerazione ispirata chiaramente ai principi della termodinamica) appare nel romanzo di Asimov dal titolo *Fondazione Anno zero* (*Forward the Foundation*), edito dalla Mondadori nel 1993.

0. Un robot non può fare del male all'umanità, o tramite l'inazione permettere che l'umanità ne riceva danno.

Il romanzo fa parte del ciclo della Fondazione ed è il quinto dei sei romanzi (i primi tre degli anni '50 e i secondi tre degli anni '90). Nel romanzo si narra del periodo in cui Hary Seldon, futuro scienziato della psicotriografia, subentra, come primo ministro, allo statista Eto Demerzel sotto il regno dell'imperatore Cleon I. In realtà Demerzel non è umano ed è l'androide/robot Daneel Olivaw che da ventimila anni (dal tempo del romanzo *Abissi d'acciaio*) agisce sotto varie

⁶³ Calder R., *Dead girls* (trad. it. *Virus ginoide*). St Martins Pr, New York 1996.

spoglie per aiutare il pacifico sviluppo del genere umano. Il contrasto tra Legge Zero e Prima Legge aumenterà sempre più il senso di inadeguatezza che questo custode dell'umanità ha nella sua logica individuale conducendolo allo spegnimento dopo aver suggerito all'umanità l'ultima grande conquista: la psicostoria.

La quarta legge della robotica (The Fourth Law of Robotics, 1989) è un racconto di Harry Harrison⁶⁴, nel quale la protezione che un robot deve avere per via della Terza Legge si trasforma nella sopravvivenza della specie dei robot e quindi nella riproduzione dei singoli. La Quarta Legge si enuncia:

4. Un robot deve riprodursi, posto che tale legge non sia in contrasto con la Seconda e Terza Legge.

Nel notevole "I, Robot" Will Smith è il protagonista di tale thriller d'azione ispirato alla raccolta di racconti di Isaac Asimov. La storia: nell'anno 2035 i robot sono un apparecchio domestico di uso comune: tutti si fidano di loro, eccezion fatta per un detective leggermente paranoico (Smith), impegnato ad indagare quello che lui solo ritiene essere un delitto perpetrato da un robot. Il caso lo porta a scoprire una realtà ancora più minacciosa per la razza umana. I, Robot usa effetti speciali spettacolari e dell'ultima generazione per portare sullo schermo il mondo dei robot. In Rete il trailer del film e un interessante sito ufficiale.

Esempi famosi di androidi nella cinematografia e nelle serie televisive: il robot femmina del film *Metropolis* (1927) per la regia di Fritz Lang; il simpatico androide protocollare C-3PO (D-3BO) di *Guerre Stellari* (1976); Roy Batty, condannato ad una breve esistenza e ribelle in *Blade Runner* (1982) di Ridley Scott, ispirato al romanzo *Cacciatore di androidi* di Philip K. Dick., l'androide assassino protagonista di *Terminator* (1984) e dei due seguiti, che però è più propriamente un cyborg, il bambino artificiale in *AI - Intelligenza Artificiale* (2001) di Steven Spielberg, il tenente comandante Data è un membro dell'equipaggio dell'astronave Enterprise nella serie televisiva di fantascienza *Star Trek: The Next Generation* e in alcuni film derivati dalla serie stessa.

Il termine cyborg ("organismo cibernetico" o "uomo bionico") indica una creatura che combina parti organiche e meccaniche. Ancora problematiche come la paura del robot, l'indipendenza del robot, il potere del robot si trovano ulteriormente disseminate nei già citati film classici come *Metropolis*, il popolare *Guerre Stellari*, *Blade Runner* e *Terminator*. Nel 1976 Asimov scrive *L'uomo bicentenario*, la storia di un robot che vuole diventare umano a tal punto da fare ciò che differenzia gli esseri umani dai robot: morire.

Vale la pena di visionare il film *The Mask* di Charles Russel con Jim Carey e Cameron Diaz, uno dei prototipi del fenomeno effetti speciali, computerizzati, in questo caso decisamente esagerati.

Presente soprattutto nell'immaginario fantascientifico, il termine cyborg o uomo bionico indica un essere di forma umanoide costituito da un insieme di organi artificiali e organi biologici.

Il termine nasce dalla contrazione di cybernetic organism, e fu reso popolare attorno al 1960 in riferimento all'idea di un essere umano potenziato per sopravvivere in ambienti extraterrestri inospitali, chiave per varcare la nuova frontiera dell'esplorazione spaziale del futuro prossimo. L'idea esprime anche la tendenza naturale degli esseri umani di ricostruirsi, attraverso la tecnologia, allo scopo di distinguersi dalle altre forme biologiche del pianeta. L'idea soggiacente o se si vuole il progetto naturale che ne deriva ha origine nelle prime forme di manipolazione del corpo umano e continua oggi con l'utilizzo di protesi tecnologiche ed organi artificiali e con lo sviluppo dell'ingegneria genetica. Il confine tra essere umano e cyborg è sempre più sfumato, basti pensare che una persona dotata di un pace-maker potrebbe infatti già corrispondere alla definizione di cyborg.

A seconda della loro origine, è tuttavia possibile distinguere i cyborg in due categorie:

⁶⁴ Greengberg M. H., (a cura di), *Gli amici di Fondazione*, Sperling & Kupfer, Milano 1990.

- Esseri umani potenziati. Può trattarsi di un essere umano che ha subito consistenti modificazioni ed innesti. Esempio: il protagonista del film *Robocop* è un poliziotto che, ucciso in servizio, viene fatto resuscitare in forma di cyborg.
- Androidi, cioè robot umanoidi, provvisti di apporti biologici, spesso allo scopo di aumentare la loro somiglianza con l'essere umano. È il caso del cyborg assassino protagonista del film *Terminator* e dei due seguiti.

L'idea condivisa e coltivata da scrittori di fantascienza, i "cyberpunk", risalente ai primi anni '80, appare nei romanzi di William Gibson, ove i personaggi sono spesso dotati di innesti artificiali che ne potenziano la forza ed altre capacità. L'icona in questo caso è Molly, la guardia del corpo dotata di riflessi potenziati e fibre muscolari artificiali, che si è fatta togliere gli occhi per sostituirli con delle inquietanti lenti a specchio saldate alle orbite oculari.

Altri esempi famosi di cyborg nella cinematografia e nella TV sono: il seguito di *Robocop*, *Robocop 2*, i protagonisti della serie tv degli anni '70: *L'uomo da sei milioni di dollari* e del suo spin-off, *La donna bionica*, I Borg, terrificanti nemici del genere umano apparsi nella serie tv *Star Trek: The Next Generation*.

Verso quale futuro ci avviamo? L'impressione che si ha, almeno che ha l'uomo della strada attento al mondo che lo circonda è che, nel bene e nel male, ovvero in modo meno dicotomico con una visione etica variabile ed individualizzata, occorra guardare ai seguenti scenari con la prontezza di divenirne registi di comportamento:

- Il sesso tende a divenire un'attività esclusivamente ricreativa, non più necessariamente finalizzato alla riproduzione. Ci appare sempre più anacronistico lo sforzo di quelle piccole comunità che si ostinano a predicare il non controllo delle nascite con atteggiamenti, sia pur leciti, ma del tutto antistorici. Non tutti siamo in accordo ma ci si avvia, a grandi passi, verso la clonazione. L'idea è che l'uso e la diffusione della pillola antifecondativa e della riproduzione in vitro, hanno di fatto già cambiato lo scenario della riproduzione così come il viagra e simili hanno cambiato lo scenario della sessualità.
- Il sequenziamento del DNA realizzata alla fine degli anni '90, l'impresa epocale accelerata dalla genialità di J. Craig Venter, è uno dei capisaldi scientifici delle nuove visioni e del tentativo di controllo e gestione della vita. Il programma di Venter ad isolare i geni comuni dai batteri agli esseri umani, definire i geni di base per cambiare il corso naturale dell'evoluzione, evitare il collasso del pianeta ma anche usare i geni dei batteri per eliminare le scorie radioattive e decontaminare le acque.
- E' da pensare che i bambini del futuro potranno nascere, forse dovranno nascere, da embrioni umani prodotti "ad hoc" con tratti genetici su misura progettata e dotati di serbatoi di geni di riserva attivabili e disattivabili come i programmi di un personal computer.
- Sarà possibile aumentare, con opportuni chip impiantati nel cervello, le potenzialità del quoziente intellettivo. Si pensa che per questo debbano trascorrere ancora un centinaio d'anni.
- Assisteremo ad un probabile allungamento della vita umana, non della vita in quanto tale, ma della vita sana ed attiva. Dal processo dovrebbe sorgere una umanità più intelligente, più forte e magari anche più affascinante. Tutto ciò a causa di nuove cure, legate alla produzione e all'uso delle cellule staminali, risolvendo anche in modo imperfetto le questioni legate agli aspetti etici. Si pensa che nel futuro si possa intervenire sui cromosomi in maniera da arricchirli con moduli protettivi e combattere la vecchiaia, le difficoltà cardiache, le difficoltà renali, il diabete, il parkinson e l'alzheimer ma anche la fatica e migliorare la capacità lavorativa. La vita media è in aumento ed alcune proiezioni indicano che alcuni nati oggi sarebbero candidati ad una vita

di circa 150 anni.

- Il sorgere di una forma di inscindibilità operativa del nuovo attore binomio uomo-macchina nel quale la componente macchina diviene una estensione della componente uomo il quale affida i suoi compiti vitali e i suoi potenziamenti alla macchina per fornire la sua capacità caratteristica ovvero il cervello. Più che l'idea fantascientifica di "uomo bionico" occorre pensare alla sostituzione di arti e organi danneggiati con arti e organi artificiali, e a chip sottopelle che servano a controllare e monitorare eventuali situazioni a rischio ma anche stimolare la produzione di enzimi ovvero l'emissione di ormoni.
- Non è impensabile che in futuro potranno essere esaltate in gruppi di individui aspetti della personalità e della fisicità in grado di produrre gruppi in grado di amplificare aspetti specifici della condizione dell'uomo.

Probabilmente stiamo vivendo un periodo di transizione verso generazioni con una vita che in futuro sarà sensibilmente più duratura. Vi sarà necessariamente una revisione dei periodi di lavoro non pensionabili, la concezione della famiglia si modificherà. Essa vedrà convivere quattro e forse anche cinque generazioni. I problemi matrimoniali e l'idea di eredità e trasmissione dei beni cambieranno. Nasceranno le "mode biologiche" e gli aspetti umani secondari quale colore degli occhi, dei capelli, della pelle, l'altezza e perfino l'intelligenza, potranno essere controllati.

4.7. Prodromi di intelligenza artificiale: i piccoli robot dell'antichità

La prima vera tecnologia degli automi meccanici si può far risalire al medioevo⁶⁵, quando si cominciano a costruire le prime figure mobili che arricchivano i campanili e gli orologi delle chiese. Il primo progetto documentato di un androide è firmato da Leonardo da Vinci e risale al 1495 circa: appunti riscoperti negli anni '50 nel codice Atlantico e in piccoli taccuini tascabili databili intorno al 1495-1497 mostrano disegni dettagliati per un cavaliere meccanico, che era apparentemente in grado di alzarsi in piedi, agitare le braccia e muovere testa e mascella, emettendo suoni dalla bocca grazie ad un sofisticato meccanismo di percussioni collocato all'altezza del petto. L'automa cavaliere era probabilmente previsto per animare una delle feste alla corte sforzesca di Milano, il progetto era probabilmente basato sulle sue ricerche anatomiche registrate nell' *Uomo di Vitruvio*, tuttavia non è dato sapere se fu realizzato o meno.

Il primo robot funzionante conosciuto venne creato nel 1738 da Jacques de Vaucanson, che fabbricò un androide che suonava il flauto, così come un'anatra meccanica che, secondo le testimonianze, mangiava e defecava. Nel racconto breve di Ernst Theodor Amadeus Hoffmann *L'uomo di sabbia* (1817) compariva una donna meccanica a forma di bambola, e in *Steam Man of the Prairies* (1865) Edward S. Ellis esprime l'affascinazione americana per l'industrializzazione. Giunse un'ondata di storie su automi umanoidi, che culminò nell' *Uomo elettrico* di Luis Senarens, nel 1885.

Nel XVI secolo i trattati di alchimia fornivano indicazioni per costruire un essere artificiale: l'homunculus.

La fine del XVIII secolo e il XIX secolo vedono fiorire la moda degli automi meccanici, concepiti soprattutto come sofisticati giocattoli, ma talvolta assai perfezionati. Alla fine del Settecento un inventore ungherese, il Barone Wolfgang Von Kempelen, inventò un automa in grado di giocare a scacchi. Tra il 1770 ed il 1773 due inventori, Pierre e Henri-

⁶⁵ Ved sezione "I piccoli robot dell'antichità" in: Eugeni F. e Mascella R., Società e fondamenti dell'informatica, Zikkurat, Teramo (2008).

Lous Jaquet-Droz, costruirono tre sorprendenti automi: uno scrivano, un disegnatore ed un musicista (ancora funzionanti, si trovano nel Musée d'Art e d'Histoire di Neuchâtel in Svizzera e al Franklin Institute di Filadelfia).

La moderna tecnologia della robotica vede attualmente la costruzione soprattutto di macchine estremamente specializzate per uso industriale, totalmente prive di aspetto umano, che risulterebbe d'intralcio e, secondo alcuni, potrebbe comportare dei problemi a livello psicologico e sindacale. La costruzione degli androidi rimane dunque soprattutto una curiosità per tutto il XX secolo, anche se il successo commerciale dei cani robot, specie in Giappone, ha permesso ad alcuni di supporre un ipotetico sviluppo futuro. Il problema del movimento naturale degli arti inferiori con la stazione eretta, in precedenza ritenuto un grosso ostacolo, è stato in gran parte risolto nel corso degli anni Ottanta e Novanta.

Tuttavia si vuole anche rimarcare che le macchine attualmente chiamate robot sono dei semplici meccanismi automatici, capaci di muoversi ma solo in funzione di precise istruzioni fornite a priori. Non hanno né volontà, né coscienza di sé o del mondo che li circonda. Ne segue che gli eventuali incidenti che possono essere successi (come a Jackson nel Michigan, quando il 21 luglio 1984, un robot industriale schiacciò un operaio contro una sbarra di sicurezza) non sono concettualmente diversi dagli incidenti provocati dal crollo di un pavimento.

I robot che hanno lavorato nelle fabbriche di tutto il mondo, in pieno 2005, sono stati valutati in ragione di 400.000 mentre quelli che hanno lavorato nelle case sarebbero stati 300.000, ancora 600.000 hanno fatto le pulizie e hanno tagliato l'erba. Altrettanti hanno avuto forme umane e di animali (cani, gatti), hanno giocato ed insegnato per un totale di circa 2 milioni di robot al mondo. Il paese che possiede il massimo numero di robot è il Giappone (300 robot ogni 10.000 operai). Il mercato degli ultimi anni ha riguardato prevalentemente il settore dei robot domestici con vendite per circa 7 milioni di robot. Gli scenari fantascientifici di "rivolta" dei robot contro gli esseri umani non sono impossibili, ma per verificarsi si dovrà aspettare che i robot diventino molto più sofisticati di come sono oggi.

Al contrario un campo di grandi successi per la robotica è il campo medico. Alcune società produttrici hanno ottenuto le necessarie autorizzazioni per poter far utilizzare i loro robot in complesse operazioni chirurgiche che grazie alla tecnologia hanno un'invasività minima. Un settore affine, quello dell'automazione dell'attività di laboratorio analitico, vede robot da banco impegnati nelle attività routinarie di incubazione, manipolazione di campioni ed analisi chimica e biochimica.

4.8. Le idee del transumanesimo e del postumanesimo

Il termine "transumanesimo" fu coniato da Julian Huxley nel 1957, sebbene il significato fosse diverso da quello con cui la definizione fu poi utilizzata a partire dagli anni 1980. L'attuale definizione si deve al filosofo Max More:

"Il Transumanesimo è una classe di filosofie che cercano di guidarci verso una condizione postumana. Il Transumanesimo condivide molti elementi con l'Umanesimo, inclusi il rispetto per la ragione e le scienze, l'impegno per il progresso ed il dare valore all'esistenza umana (o transumana) in questa vita. Il Transumanesimo differisce dall'Umanesimo nel riconoscere ed anticipare i radicali cambiamenti e alterazioni sia nella natura che nelle possibilità delle nostre vite, che saranno il risultato del progresso nelle varie scienze e tecnologie. ..."

Sono state suggerite anche altre definizioni come quella di Anders Sandberg:

"Il Transumanesimo è la filosofia che afferma che noi possiamo e dobbiamo svilupparci a livelli , fisicamente, mentalmente e socialmente superiori, utilizzando metodi razionali"

o quella di Robin Hanson:

"Il Transumanesimo è l'idea secondo cui le le nuove tecnologie probabilmente cambieranno il mondo nel prossimo secolo o due a tal punto che i nostri discendenti non saranno per molti aspetti 'umani'".

Il transumanesimo è dunque un supporto per il miglioramento della condizione umana, attraverso la tecnologia di miglioramento della vita, che mira all'eliminazione dell'invecchiamento e al potenziamento delle capacità intellettuali, fisiche o fisiologiche dell'uomo.

Seguendo gli studi dei benefici, pericoli e dell'etica dell'implementazione di queste tecnologie emerge che i transumanisti di norma sono a favore dell'utilizzo delle tecnologie emergenti, incluse molte attualmente ritenute controverse, come l'ingegneria genetica sull'uomo, la crionica, e gli usi avanzati dei computer e delle comunicazioni; e delle tecnologie che sostengono saranno certamente sviluppate in futuro come i viaggi nello spazio, i viaggi nel tempo, la clonazione, la nanotecnologia e il mind uploading. Spesso ritengono che l'intelligenza artificiale un giorno supererà quella umana.

Secondo alcuni la rapidità in crescita dello sviluppo tecnologico suggerisce progressi tecnologici radicali ed importanti per i prossimi 50 anni. Secondo i transumanisti questo sviluppo è desiderabile e gli esseri umani possono e dovrebbero diventare "più che umani" attraverso l'applicazione di innovazioni tecnologiche come l'ingegneria genetica, la nanotecnologia, la neurofarmacologia, le protesi artificiali, e le interfacce tra la mente e le macchine.

Seguendo la tradizione politica, morale e filosofica del XIX secolo, influenzata dall'Illuminismo e dal Positivismo, il transumanesimo si pone come obiettivo l'utilizzazione della conoscenza globale come mezzo per migliorare tutta l'umanità.

Seguendo in parte le tradizioni filosofiche dell'Umanesimo laico, pone gli esseri umani al "centro" dell'universo morale, e sostiene che non esistano forze sovranaturali che guidino l'umanità. Tende inoltre a preferire discussioni razionali e osservazioni empiriche dei fenomeni naturali e promuove pertanto scienza e ragione.

Si cerca di applicare la ragione, la scienza e la tecnologia allo scopo di ridurre la povertà, la malattia, la disabilità, la malnutrizione e i governi oppressivi esistenti nel mondo, per far sì che la realtà materiale della condizione umana soddisfi le promesse di eguaglianza legale e politica, eliminando barriere mentali e fisiche congenite. In riferimento a questo obiettivo molti transumanisti considerano positivamente il potenziale futuro della tecnologia e di sistemi sociali innovativi per il miglioramento della qualità della vita.

Secondo i transumanisti esiste un imperativo etico per gli esseri umani di lottare per il progresso e il miglioramento (perfezionismo). L'umanità dovrebbe entrare in una fase post-darwiniana di esistenza nella quale gli esseri umani dovrebbero controllare l'evoluzione e le mutazioni casuali dovrebbero essere sostituite da cambiamenti guidati dall'etica, dalla morale e dalla razionalità.

I transumanisti si interessano dunque a tutti i vari campi della scienza, della filosofia, dell'economia e della storia naturale e sociale per comprendere e valutare le possibilità di superare le limitazioni biologiche.

Il transumanesimo ha un carattere eminentemente laico e molti transumanisti si dichiarano agnostici o atei. Alcuni seguono tuttavia forme di tradizioni filosofiche orientali, e una minoranza ha fuso le proprie convinzioni transumaniste con religioni tradizionali (per esempio nel transumanismo cristiano).

I transumanisti cercano tuttavia di realizzare in modo laico gli obiettivi e le speranze che tradizionalmente sono proprie dell'ambito religioso, come l'immortalità. Alcuni transumanisti sperano che la futura comprensione della neuroteologia darà la possibilità agli umani di ottenere il controllo sugli stati di coscienza alterati e quindi sulle esperienze spirituali.

I transumanisti materialisti non credono in un'anima umana trascendente. Spesso credono nella compatibilità delle menti umane con l'hardware dei computer, con l'implicazione teorica che la coscienza umana possa, un giorno, essere trasferita su un supporto alternativo.

Joseph Fletcher, considerato un fondatore della bioetica, ha sostenuto l'idea di utilizzare la genetica e altre scienze in via di sviluppo per migliorare, e non solo curare, la condizione umana. Nel suo libro del 1974, *The Ethics of Genetic Control: Ending Reproductive Roulette* ("L'etica del controllo genetico: la fine della roulette riproduttiva") chiese di dare ai genitori il controllo sulle caratteristiche genetiche dei propri figli: essi (o lo stato) dovrebbero utilizzare al massimo le possibilità offerte dalla scienza per dirigere la propria riproduzione ed evoluzione, piuttosto che affidarsi al caso. Egli suggerì anche la possibilità di creare esseri paraumani, geneticamente modificati e basati su genoma umano e di animali, a cui potessero essere affidati lavori pericolosi, da produrre secondo le specifiche necessità di una data impresa. Sugeriva che la scienza e la tecnologia potessero rendere la vita umana migliore e che gli esseri umani debbano ricercare questi miglioramenti.

I primi transumanisti si incontrarono formalmente all'inizio degli anni '80 alla University of California di Los Angeles, che divenne il loro centro principale. Fu qui che FM-2030 (in precedenza "FM Esfandiary") insegnò l'ideologia futurista degli "Upwingers". John Spencer alla Space Tourism Society organizzò molti eventi transumani legati allo spazio. Natasha Vita-More (in precedenza Nancie Clark) esibì "Breaking Away" al EZTV Media, un luogo dove i transumanisti e altri futuristi potevano incontrarsi. FM, J. e Natasha si incontrarono e presto iniziarono a tenere riunioni per i transumanisti di Los Angeles, che includevano gli studenti provenienti da FM-2030, spettatori delle produzioni artistiche di Natasha e la comunità spaziale ed astrofisica. Nel frattempo in Australia, Damien Broderick, autore di fantascienza, scrisse *The Judas Mandala*. Nel 1982, Natasha scrisse *Transhumanist Arts Manifesto* ("Manifesto delle arti transumane") e più tardi produsse lo spettacolo televisivo via cavo "TransCentury UPdate", che ebbe oltre 100.000 spettatori.

Nel 1986 fu pubblicato il libro di Eric Drexler sulla nanotecnologia, *Engines of Creation* ("Motori di creazione"). La sede della Alcor Foundation nella California meridionale divenne un centro per pensatori futuristi. Non tutti gli attivisti che erano interessati a migliorare la condizione umana erano coinvolti nel transumanesimo: alcuni non conoscevano la parola sebbene ne seguissero i principi. Oggi, l'Extropy Institute e la World Transhumanist Association sono tra le più grandi organizzazioni transumaniste.

Per l'evoluzione personale e l'autocreazione, i transumanisti tendono a utilizzare tecnologie e tecniche che migliorino le proprie condizioni fisiche e cognitive, e si impegnano in esercizi e stili di vita specificatamente progettati per aumentare la salute ed estendere la durata della vita⁶⁶.

Molti transumanisti si definiscono "transumani" ossia si sforzano di divenire postumani, cosa che affermano sia il prossimo gradino significativo dell'evoluzione della specie umana. Viene previsto che specifiche innovazioni biotecnologiche e nanotecnologiche faciliteranno tale balzo dopo la metà del XXI secolo. A seconda dell'età, comunque, alcuni transumanisti si preoccupano di non poter raccogliere i benefici di queste future tecnologie e sono

⁶⁶ Il termine **Fyborg**, talvolta usato nel contesto, è l'abbreviazione di "functional cyborg", e indica un individuo potenziato tramite estensioni meccaniche ed elettroniche non innestate nel corpo. Il termine fu coniato nel 1995 da Alexander Chislenko per discriminare tra le creazioni uomo-macchina tipiche della fantascienza e le modalità quotidiane con cui gli esseri umani estendono le proprie capacità attraverso occhiali, auricolari, telefonini, palmari.

dunque grandemente interessati alle pratiche che permettono di allungare la vita e, come ultima risorsa, alla sospensione crionica.

4.8.1. Critiche al transumanesimo

Le critiche al transumanesimo possono essere divise in due categorie principali: le obiezioni sulla possibilità che gli obiettivi dei transumanisti possano essere raggiunti, e le obiezioni sui principi del transumanesimo.

Critiche rispetto alle possibilità della scienza

Il genetista e scrittore di fantascienza Steve Jones afferma che l'umanità non avrà mai la tecnologia che i fautori del transumanesimo desiderano. Egli una volta scherzò dicendo che le lettere del codice genetico, A, C, G e T dovrebbero essere rimpiazzate con le lettere H, Y, P ed E (che in inglese significano "esagerazione").

Nel suo libro *Futurehype: The Tyranny of Prophecy* ("Esagerazione futura: la tirannia della profezia"), il sociologo della University of Toronto Max Dublin sottolinea le molte previsioni errate nel passato riguardo al progresso tecnologico e sostiene che le previsioni dei moderni futuristi si dimostreranno altrettanto errate. La sua critica si rivolge anche contro il fanatismo nella spinta per il progresso della causa transumanista, per il quale sostiene che esistano paralleli storici nelle ideologie religiose e marxiste.

In merito alle obiezioni rispetto ai principi i critici e gli avversari della visione transumanista affermano che il modo più efficace per il miglioramento della società consista nel miglioramento del comportamento etico, piuttosto che nello sviluppo tecnologico e si preoccupano del fatto che l'attenzione rivolta a quest'ultimo faccia dimenticare il resto. A volte la differenza è solo nell'importanza maggiore o minore attribuibile al progresso sociale ed etico e al progresso tecnologico, mentre in altri casi le divergenze si basano su concezioni diverse della natura umana.

Uno dei più interessanti critici al transumanesimo è Bill Joy, co-fondatore della Sun Microsystems, che afferma nel suo articolo "Why the future doesn't need us" ("Perché il futuro non ha bisogno di noi") che gli esseri umani probabilmente finiranno con l'estinguersi attraverso le trasformazioni sostenute dal transumanesimo.

L'astronomo britannico Martin Rees nel libro *Our Final Hour* ("La nostra ultima ora") sostiene che il progresso scientifico e tecnologico comporta altrettanti rischi di disastro che opportunità di miglioramento, e propone norme di sicurezza più rigide.

Il movimento ambientalista sostiene la cautela nell'applicazione degli sviluppi tecnologici e la cessazione della ricerca in aree potenzialmente pericolose. Alcuni "precauzionisti" credono che l'intelligenza collettiva dell'umanità dovrebbe prima organizzarsi in modo da essere pronta a superare i pericoli prodotti da intelligenze artificiali che non condividono la mortalità umana.

L'economista politico conservatore Francis Fukuyama sostiene nel suo libro *Our Posthuman Future* ("Il nostro futuro postumano") che l'obiettivo transumanista di alterare la natura umana e l'uguaglianza tra gli esseri umani rischia di minare nei fatti gli ideali della democrazia liberale.

Altri critici fanno notare la soggettività di concetti come "miglioramento" e "limitazione", e osservano una pericolosa somiglianza con le vecchie ideologie eugenetiche in merito ad una "razza superiore", preoccupandosi di quello che il transumanesimo può significare in futuro. Alcuni critici, inclusi alcuni transumanisti, disapprovano la comparsa del cosmoteismo pierciano, del prometeismo e del transtopianismo nelle frange della destra estrema del movimento transumanista.

I "bioconservatori" sostengono infine che ogni tentativo di alterare lo stato naturale dell'uomo (attraverso la clonazione

e o l'ingegneria genetica) è di per se stesso immorale.

La fantascienza ha dipinto il transumanesimo in varie forme da molti anni. Il sottogenere che più si è occupato di questi temi è stato il filone cyberpunk, con riferimenti ancor più espliciti e settoriali nel nanopunk e nel biopunk.

Attenzione: questa sezione rivela — in tutto o in parte — la trama dell'opera.

Gli Ouster della saga Hyperion di Dan Simmons sono un esempio di transumanità, sempre al limite del postumano. Invece di rimanere attaccati alla roccia ("clinging to rocks") come il resto dell'umanità (che li odia e li teme, considerandoli dei barbari), si diressero verso lo spazio profondo, adattando se stessi a quell'ambiente utilizzando la nanotecnologia ed entrando in relazione simbiotica con la loro tecnologia. L'ultimo libro di Simmons Ilium descrive una differente situazione nel lontano futuro dove i postumani sembrano essere stati consumati dalla loro stessa tecnologia, una piccola popolazione di umani meno modificati continua a vivere sulla Terra, totalmente dipendente da una tecnologia che non comprende, e gli esseri più progrediti ed "umani" del sistema solare sono dei robot intelligenti che vivono sulle lune di Giove.

Down and Out in the Magic Kingdom, un racconto gratuito di Cory Doctorow, esplora un certo numero di temi transumani, incluse le "cure" per la morte e la scarsità. Anche un altro racconto gratuito, *Manna* di Marshall Brain, descrive un futuro transumano.

Un gioco di ruolo chiamato Transhuman Space scritto da David L. Pulver, illustrato da Christopher Shy e pubblicato dalla Steve Jackson Games è parte della linea "Powered by GURPS". [2]

La Serie della Cultura di Iain M. Banks dipinge un futuro nel quale la nostra galassia è dominata da una civilizzazione chiamata "La Cultura", che rappresenta in molti modi il successo del transumanesimo. La Cultura è una perfetta società utopica e democratica nella quale ogni membro ha l'abilità di alterare il proprio corpo e la propria genetica attraverso la tecnologia. Un legame molto chiaro con il transumanesimo è lo sviluppo di "ghiandole medicinali" nei corpi umani, che permettono alla gente di produrre ed utilizzare all'interno dei loro cervelli e a proprio vantaggio migliaia di combinazioni di sostanze psicoattive.

Nel videogioco Half-Life 2, i principali nemici del giocatore sono transumani creati da una razza aliena conosciuta come "the Combine". L'avversario umano e governatore fantoccio della Terra, il Dottor Breen, dichiara che lo stato transumano è necessario e può essere raggiunto solo con un aiuto esterno (alieno).

I videogiochi Halo e Halo 2 seguono le imprese del Master Chief, il risultato di un progetto di potenziamento ed estensione delle spacifiche umane per mezzo della cibernetica e dell'alterazione genetica.

Il mondo nuovo di Aldous Huxley, scritto prima della nascita della moderna biotecnologia, descrive un'umanità progettata sin dalla nascita per degli standard mentali, suddivisa in classi di lavoro, e illustra come gli elementi della tecnologia e della produzione di massa siano stati incorporati nella società - soprattutto il 'Fordismo' che vede Henry Ford come un messia.

Un buon esempio di critica al transumanesimo è invece il film *Gattaca*, la porta dell'universo, in cui la selezione prenatale del corredo genetico perfetto dei nascituri ha dato origine alla sottoclasse dei "non-validi", le persone nate in modo naturale. Il protagonista, Vincent, sogna da sempre di diventare un astronauta e decide di entrare a Gattaca, l'organo aerospaziale responsabile delle missioni interplanetarie. Vincent è un non-valido e non avrebbe nessuna speranza di passare il test del sangue necessario per essere assunti ma sfida il sistema comprando illegalmente l'identità di un paraplegico, Jerome, geneticamente perfetto.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., *L'identité. Séminaire interdisciplinaire dirigé par Claude Lévi-Strauss*, Paris 1977
- Caldara A., *L'indicazione dei connotati nei documenti papiracei dell'Egittogreco-romano*, Milano 1924
- Calder R., *Dead girls* (trad. it. *Virus ginoide*). St Martins Pr, New York 1996
- Cerulli E., *Una raccolta persiana di novelle tradotte a Venezia nel 1557*, in "Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei", CCCLXXII, 1975, Memorie della classe di scienze morali ecc., s. VIII, vol. XVIII, fasc. 4, Roma 1975
- De Finetti B., *Macchine "che pensano" (e che fanno pensare)*, "Tecnica ed Organizzazione", n. 2 mar.-apr. 1952, p. 31. 27.
- Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, Bompiani, Milano 2004
- Eco U. e Sebeok T. A. (a cura di), *Il segno dei tre. Holmes, Dupin, Peirce*, Tascabili Bompiani, Milano 1983
- Eritreo J. N. (Rossi G. V.), *Pinacotheca imaginum illustrium, doctrinae vel ingenii laude, virorum*, vol. II, Lipsiae 1692
- Eugeni F. e Marchetti L. (a cura di), *Sherlock Holmes: il grande Detective di rinomanza internazionale* (Raccolta di pastiches, inediti, parodie, cronologie e osservazioni), Vol. I-II. Iasi – Romania – 2007.
- Eugeni F. e Mascella R., *Società e fondamenti dell'informatica*, Zikkurat, Teramo (2008).
- Foucault M., *Surveiller et punir. Naissance de la prison*, Paris 1975 (trad. it. *Sorvegliare e punire. Nascita della prigione*, Torino 1977)
- Galton F., *Finger Prints*, London 1892
- Gernet J., "La Chine, aspects et fonctions psychologiques de l'écriture", in *L'écriture et la psychologie des peuples*, Centre Internationale de Synthèse, Parigi 1963
- Ginzburg, C., "Spie. Radici di un paradigma indiziario", in A. Gargani, a cura, *Crisi della ragione*, Einaudi, Torino 1979
- Ginsberg M. L., *Essentials of artificial intelligence*, Morgan Kaufmann Publishers, San Matteo, Calif. c1993
- Greengberg M. H., (a cura di), *Gli amici di Fondazione*, Sperling & Kupfer, Milano 1990
- Huxley T., "On the Method of Zadig: Retrospective Prophecy as a Function of Science", in *Science and Culture*, London 1881
- Kuhn, T.S., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1969, (*The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago 1962)
- Kurzweil R., *The age of intelligent machines*, MIT Press, Cambridge, Mass. c1990
- Lanzi L., *Storia pittorica dell'Italia...*, a cura di M. Capucci, vol. I, Firenze 1968
- Luger G. F. e Stubblefield W. A., *Artificial intelligence (2nd ed.): structures and strategies for complex problem-solving*, Benjamin-Cummings Publishing Co., Redwood City, CA 1993
- Ovidio, *Le Metamorfosi*, Libro X
- Mancini G., *Considerazioni sulla pittura*, a cura di Marucchi A., 2 voll., Roma 1956-57
- Purkině J. E., *Opera selecta*, Praga 1948
- Rilke R. M., *Lettere ad un giovane poeta*, Vallecchi, Firenze 1958
- Stendhal H. B., *Ricordi di egotismo*, Einaudi, Torino 1977

Wesselofsky A., *Eine Märchengruppe*, in “Archiv für slavische Philologie”, 9, 1886

Winckelmann J. J., *Briefe*, a cura di H. Diepolder e W. Rehm, vol. II, Berlin 1954