

di esaurire con questo piccolo epistemologica e sociale sull'informatica grande interesse. Speriamo qualche opera successiva, altre Speriamo che quanto scritto in forma e piacevole per il lettore, ai quali dedichiamo l'opera, più volte abbiamo affrontato questi temi nel nostro sito www.apav.it e nelle successive stesure operanti di ideazione ed elaborazione singoli.

ha contribuito di Nicoletta Amadio, ringraziamento per l'opera continua e

"informatica" è per intero opera

e dell'informatica", secondo "Il Ma cos'è l'informatica?", sesto vertimo "Scenari futuribili" sono ella.

do più libero" è opera comune

do, si dichiara responsabile per

chiamato nel corso del testo. È il na dei Velati che ha sede presso orropoli (Te). L'Accademia dei matico Gesuita Sertorio Caputo.

Negli ultimi trent'anni del XX secolo, l'uomo ha conosciuto una serie di progressi nel campo della comunicazione. Progressi che confermano che la società è entrata nell'era della comunicazione e dell'informazione. Uno dei componenti maggiori di quest'area è Internet. Internet, in prima istanza, è costituita da migliaia di reti di calcolatori connessi elettronicamente, attraverso vari sistemi di telecomunicazione, quali telefono, fibre ottiche e satelliti. Mentre la sua attività complessiva non sembra chiara, molte attività particolari sono ben delineate e vitali, sul piano commerciale, come le vendite online di beni di consumo e servizi, e su quello sociale, come l'accesso facilitato ad informazioni e notizie.

Secondo il paleontologo Stephen J. Gould la storia della vita è costituita da una serie di salti stabili, punteggiata a intervalli da eventi maggiori che si verificano con grande rapidità e che servono a determinare l'epoca stabile successiva². E alcuni studiosi tra i quali vanno ricordati il sociologo urbano Manuel Castells³ e lo storico della tecnologia Melvin Kranzberg partono dal presupposto che alla fine del XX secolo abbiamo vissuto uno di questi eccezionali intervalli della storia, un intervallo caratterizzato dalla trasformazione della nostra "cultura materiale"⁴ grazie all'agire

² Gould S.J., *Il pollice del panda. Riflessioni sulla storia naturale* (1980), Editori Riuniti, Roma, 1983, p. 226, citato da Castells M., *La nascita della società in rete*, Università Bocconi Editore, Milano, 2003, p. 29

³ Castells M., cit., p. 29.

⁴ Per Giovanni Kezich la "cultura materiale" "rappresenta sinteticamente il processo di produzione della vita materiale e il suo studio tende a ripercorrere analiticamente i moventi razionali delle modalità di tale processo, ovvero cerca di individuare le radici concrete della storia nel lavoro, nella produzione, nel rapporto con la natura. In tal modo la cultura materiale è da sempre venuta a costituire l'ossatura di un ricorrente paradigma diacronico dell'antropologia", da Kezich G., *Tra materialismo e metafisica. Note sulla cultura materiale*, in "JSTOR: La Ricerca Folklorica, n. 2, Antropologia visiva. La fotografia (Oct., 1980)", pp. 130-136.

di un nuovo paradigma tecnologico⁵ incentrato sulle tecnologie dell'informazione⁶. In senso lato si fanno rientrare nelle tecnologie dell'informazione le tecnologie della microelettronica, delle telecomunicazioni, dell'ingegneria genetica, della biologia e dell'informatica sempre più convergenti e interattive nelle loro applicazioni, nei materiali e nel loro approccio concettuale. Grazie al comune linguaggio digitale in cui l'informazione dei diversi ambiti tecnologici, viene generata, archiviata, scaricata, elaborata e trasmessa, siamo entrati in un mondo che, come dice Nicholas Negroponte⁷, è diventato digitale ed è il risultato di una rivoluzione tecnologica dell'informazione che negli ultimi trenta anni ha modificato il modo in cui veniamo al mondo, viviamo, impariamo, lavoriamo, produciamo, consumiamo, sogniamo, lottiamo, moriamo⁸. Tale rivoluzione rappresenta "un evento storico di straordinaria entità, almeno quanto la rivoluzione industriale del XVIII secolo, determinando una logica di discontinuità nelle basi materiali dell'economia, della società e della cultura"⁹.

Kranzberg ha scritto: "L'era informatica ha effettivamente rivoluzionato le nozioni tecniche della società industriale"¹⁰ e se da un lato potrebbe rivelarsi evolutiva, nel senso che tutti i cambiamenti e i benefici non si manifesteranno nel giro di una notte in effetti è rivoluzionaria per i suoi effetti sulla nostra società"¹¹. In riferimento agli effetti sociali delle tecnologie informatiche, Castells avanza l'ipotesi che la forza del loro impatto è funzione della diffusione pervasiva dell'informazione attraverso la struttura sociale stessa. Pertanto, mentre la stampa ha influito in modo considerevole sulle società europee in epoca moderna gli effetti da essa prodotti, ad esempio sulla Cina, sono stati piuttosto limitati a causa

⁵ Come scrive Christofer Freeman: "Un paradigma tecno-economico è un grappolo di innovazioni tecniche, organizzative e manageriali interrelate, i cui vantaggi vanno trovati non solo in una nuova gamma di prodotti e sistemi, ma soprattutto nella dinamica della struttura dei costi relativi di tutti i possibili input di produzione. In ogni nuovo paradigma è possibile descrivere un particolare fattore produttivo o un insieme di input come il "fattore chiave" in tale paradigma caratterizzato da costi decrescenti e disponibilità universale. L'attuale cambiamento di paradigma può essere visto come il passaggio da una tecnologia basata principalmente su input di energia a buon mercato a una tecnologia prevalentemente basata su input di informazione a buon mercato derivanti dai progressi nella microelettronica e nella tecnologia delle telecomunicazioni" da Freeman C., "Prefazione alla parte II", in Dosi et al. (1988a, p. 10), citato da Castells M., cit., p. 75.

⁶ Castells M., cit., p. 29.

⁷ Negroponte N., *Being Digital*, Alfred A. Knops, New York 1995, (trad. it., *Essere Digitali*, Sperling&Kupfer, Milano 1995), citato da Castells M., cit., p. 30.

⁸ Cfr. con Castells M., cit., p. 30, 33.

⁹ Ibid., cit., p. 30

¹⁰ Kranzberg M., *The Information Age: Evolution or Revolution?*, in Guile B. R. (a cura di), *Information Technologies and Social Transformation*, National Academy of Engineering, Washington D. C. 1985, p. 42, citato da Castells M., cit., p. 29.

¹¹ Ibid.

del diffuso analfabetismo della popolazione e della bassa intensità di informazione nella struttura produttiva. La società industriale, quindi, provvedendo all'istruzione dei cittadini e organizzando in modo graduale l'economia intorno al sapere e all'informazione, ha gettato le basi per il potenziamento della mente umana proprio nel momento in cui sono state disponibili le nuove tecnologie dell'informazione¹². Dire che la rivoluzione in corso si contraddistingue per la dipendenza da nuove conoscenze e informazioni è vero non solo per l'attuale processo di cambiamento tecnologico ma anche per le rivoluzioni tecnologiche precedenti. La prima rivoluzione industriale, per quanto non fosse basata sulla scienza, dipese di fatto dall'impiego estensivo delle informazioni, applicando e sviluppando le cognizioni preesistenti. La seconda rivoluzione industriale, originatasi dopo il 1850, fu invece caratterizzata dal ruolo decisivo della scienza nel promuovere l'innovazione. Ricordiamo, a riprova, che i laboratori di ricerca e sviluppo (R&S) comparvero per la prima volta nell'industria chimica tedesca solo negli ultimi decenni del XIX secolo¹³.

La peculiarità della rivoluzione tecnologica attuale consiste non nella centralità della conoscenza e dell'informazione, ma piuttosto nell'applicazione delle conoscenze e delle informazioni a dispositivi per la generazione della conoscenza e per l'elaborazione e comunicazione dell'informazione, in un ciclo di feedback cumulativo tra innovazione e usi dell'innovazione¹⁴. Nel mondo di oggi l'integrazione dei vari modi di comunicare in una rete interattiva ovvero la formazione di un ipertesto in un ambiente multimediale lungo una rete globale, in condizioni di accesso libero e disponibile a tutti, cambia davvero fundamentalmente il carattere della comunicazione. La comunicazione plasma in modo decisivo la cultura, perché come scriveva Neil Postman *"Non vediamo come sono la natura, l'intelligenza, la motivazione umana, l'ideologia, ma come sono i nostri linguaggi. I linguaggi sono i mezzi di comunicazione. I mezzi sono le nostre metafore. Le metafore*

¹² Castells M., cit., p. 31 nota 11.

¹³ Cfr. Ashton T.S., *The industrial revolution. 1760-1830*, Oxford University Press, Oxford 1948 (trad. it., *La Rivoluzione Industriale: 1760-1830*, Laterza, Bari 1969); Clow A. e Clow N.L., *The Chemical Revolution*, Batchworth press, London, 1952; Mokyr J., *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, Oxford University Press, New York 1990, p. 112 (trad. it., *La leva della ricchezza*, Il Mulino, Bologna, 1995), citati da Castells, cit., p. 32.

¹⁴ Cfr. Dizard W.P., *The Coming Information Age*, Longman, New York 1982; Forester T. (a cura di), *The Information Technology Revolution*, Blackwell, Oxford 1985; Hall P. e Preston P., *The Carrier Wave: New Information Technology and the Geography of Innovation, 1846-2003*, Unwin Hyman, London, 1988; Saxby S., *The Age of Information*, Macmillan, London, 1990, ibid.

*creano il contenuto della nostra cultura*¹⁵. Poiché la cultura è mediata e messa in atto attraverso la comunicazione, le culture stesse - ossia, i nostri sistemi di codici e credenze storicamente prodotti - subiscono una trasformazione fondamentale, che si radicalizza con l'andare del tempo a opera del nuovo sistema tecnologico. La comparsa di un nuovo sistema di comunicazione elettronica caratterizzato dal proprio raggio d'azione globale, dall'integrazione di tutti i media e dalla propria potenziale interattività sta cambiando e cambierà per sempre la nostra cultura¹⁶.

Le culture sono costituite da processi di comunicazione. E tutte le forme di comunicazione, come Roland Barthes e Jean Baudrillard ci hanno insegnato molti anni fa, si basano sulla produzione e sul consumo di segni. Quindi, non c'è separazione tra "realtà" e rappresentazione simbolica. In tutte le società l'umanità ha vissuto e ha agito attraverso un ambiente simbolico. Pertanto, ciò che è storicamente specifico del nuovo sistema di comunicazione, organizzato intorno all'integrazione elettronica di tutti i modi di comunicare, da quello tipografico a quello sensoriale, non è l'induzione alla realtà virtuale ma, come afferma Castells, la costruzione della virtualità reale¹⁷.

Egli sostiene che la realtà è sempre stata virtuale perché è sempre stata percepita attraverso simboli che esprimono la pratica con un certo significato, che si sottrae alla loro stretta definizione semantica. È proprio la capacità di tutte le forme di linguaggio di codificare l'ambiguità e di aprire una varietà di interpretazioni a rendere le espressioni culturali distinte dal ragionamento formale/logico/matematico. Questo spettro di variazione culturale del significato dei messaggi è ciò che ci permette di interagire reciprocamente in una molteplicità di dimensioni, alcune esplicite, alcune implicite.

Che cos'è, allora, quel sistema di comunicazione che, in contrasto con l'esperienza storica precedente genera "virtualità reale"? *"È un sistema in cui la stessa realtà (ossia, l'esistenza materiale/ simbolica delle persone) è interamente catturata, completamente immersa in un ambiente virtuale di immagini, nel mondo della finzione in cui le apparenze non sono solo sullo schermo*

¹⁵ Cf. Postman N., *Amusing Ourselves to Death: Public Discourse in the Age of Show Business*, Viking Press, New York 1985 (trad. it., *Divertirsi da morire. Il discorso pubblico nell'era dello spettacolo*, Marsilio, Venezia, 2002).

¹⁶ Castells M., cit., pp. 380, 381.

¹⁷ Ibid., p. 430, 431.

*attraverso cui l'esperienza viene comunicata, ma divengono esperienza*¹⁸. Tutti i messaggi di qualsiasi tipo vengono racchiusi dal mezzo, in quanto esso è diventato talmente onnicomprensivo, talmente diversificato, talmente malleabile da assorbire nello stesso testo multimediale l'intera esperienza umana passata, presente, futura¹⁹.

In ultima analisi l'effetto combinato del paradigma della tecnologia dell'informazione e dei processi e delle forme sociali indotti dall'attuale cambiamento storico sta trasformando in modo radicale spazio e tempo, le dimensioni fondamentali della vita umana. Di questi aspetti si tratterà nel corso del capitolo ma intanto anticipiamo alcune osservazioni. Riguardo i luoghi essi vengono svuotati del proprio significato culturale, storico e geografico e reintegrati in reti funzionali, o in collage di immagini, inducendo ma *spazio dei flussi*²⁰, che sostituisce lo *spazio dei luoghi*. Mentre il tempo viene cancellato nel nuovo sistema di comunicazione, nel momento in cui passato, presente e futuro possono essere programmati per interagire reciprocamente nello stesso messaggio in una sorta di tempo senza tempo²¹.

1.1. L'impatto delle tecnologie

La tecnologia dunque convive con l'uomo, ed in modo progressivamente più pervasivo, in ogni fase della sua esistenza: dal lavoro al

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Cfr. par. 1.3. dove il tema della realtà virtuale viene analizzato da diverse angolazioni.

²⁰ Lo *spazio dei flussi*, quale forma materiale di supporto dei processi e delle funzioni dominanti nella società dell'informazione, può essere descritto (piuttosto che definito) dalla combinazione di almeno tre strati di supporti materiali che, insieme formano lo spazio dei flussi. Il primo strato, il primo supporto materiale dello spazio dei flussi, è in realtà costituito da un circuito di scambi elettronici (dispositivi microelettronici, telecomunicazioni, information processing, sistemi di trasmissioni radiotelevisive e trasporti ad alta velocità - anch'essi basati sulle tecnologie dell'informazione) che insieme formano la base materiale per i processi che abbiamo osservato essere strategicamente cruciali nella rete della società. Si tratta, di fatto, di un supporto materiale a pratiche simultanee. Pertanto, è una forma spaziale, proprio come potrebbe esserlo "la città" o "la regione" nell'organizzazione della società mercantile o della società industriale. In tale rete, nessun luogo è a sé stante, poiché le posizioni sono definite dallo scambio di flussi all'interno della rete. L'infrastruttura tecnologica che costruisce la rete e che è l'espressione della rete dei flussi, definisce il nuovo spazio. Il secondo strato dello spazio dei flussi è costituito dai suoi nodi e snodi. Lo spazio dei flussi non è privo di una dimensione spaziale, sebbene la sua logica lo sia. Esso si basa su una rete elettronica, ma tale rete collega luoghi specifici con caratteristiche sociali, culturali, fisiche e funzionali ben definite. Il terzo strato dello spazio dei flussi riguarda l'organizzazione spaziale delle élite (piuttosto che delle classi) manageriali dominanti che esercitano le funzioni direzionali intorno alle quali tale spazio si articola. Ibid., pp. 434, 435, 473 - 476.

²¹ Il *tempo senza tempo* si manifesta quando le caratteristiche di un dato contesto, vale a dire il paradigma informazionale e la società in rete, inducono una perturbazione sistemica nell'ordine sequenziale dei fenomeni che accadono in tale contesto. È probabile che questa perturbazione assuma la forma della compressione dell'accadimento dei fenomeni, resa all'istantaneità, oppure introduca discontinuità casuale nella sequenza. L'eliminazione delle sequenze circa un tempo indifferenziato che equivale all'eternità. Ibid., pp. 434, 435, 528.

tempo libero, passando per il trasporto, fino alla casa e agli affetti. E questa tendenza lascia intravedere un destino oramai segnato, in cui gli uomini passano sempre più tempo davanti a grandi o minuscoli terminali elettronici, lavorando o divertendosi, aggiornandosi o scrivendo, finanche a renderli strumenti per tessere la loro vita affettiva. È una tendenza inarrestabile, già segnata da una molteplicità di ragioni che vedono in prima fila i risvolti economico-sociali ma non solo. È interessante, a tal proposito, la particolarissima posizione filosofica che vede nel dispiegamento tecnologico la volontà dell'uomo di costruirsi una sorta di immortalità acquisita, non credendo più in quella promessa dalle culture religiose. Per questo continua a sfruttare e migliorare i potenti mezzi disponibili²².

Le tecnologie per l'informazione e la comunicazione hanno distrutto le barriere informative che precludevano le possibilità di interazione e conoscenza. Esse creano ambienti e situazioni sociali nuove, in cui non è più previsto l'incontro fisico. La prossimità spaziale, in primo luogo, è stata completamente abbattuta come chiave principale dell'interazione sociale, ma anche quella temporale ha subito una notevole modificazione. Solo in alcune comunità virtuali come la chat, infatti, è necessaria la comunicazione sincrona.

I luoghi che si frequentano sono sempre meno condizionati dalla fisicità dei rapporti, proprio perché le tecnologie informatiche rendono possibile una totale indipendenza. Ma soprattutto i vari spazi attorno a cui la dimensione umana cresce e trova linfa vitale nelle relazioni evolve verso una continua dissociazione. I luoghi territoriale, affettivo, semantico e culturale - tanto per citarne alcuni - non sono più circoscritti e sovrapposti. La cultura digitale forse ha proprio in questo la sua enorme portata rivoluzionaria, nell'estendere la dissociazione tra questi mondi relazionali.

Ma è possibile arrestare l'avanzamento informatico-tecnologico? Sembrerebbe proprio che l'uomo stia percorrendo questa tendenza come lo è un corpo in caduta libera sotto la forza di gravità. Emanuele Severino, ad esempio, traduce questa impostazione dell'uomo

²² Cavitchia Scalamonti A. e Pecchinenda G., *La memoria consumata*, Ipermedium Libri, Napoli, 1996, p. 164.

concettualizzandolo in un pensiero "tecnomorfo", in una mentalità "tecnocratica". Analogamente, Konrad Lorenz, etologo e premio Nobel, in un suo saggio osserva che si tratta di "una sorta di meccanismo nevrotico coatto, ovvero la semplice possibilità tecnica di realizzare un progetto viene scambiata con il dovere di porlo effettivamente in atto"²³.

La disponibilità tecnologica genera un imperativo tecnologico, il "puoi, quindi devi" di eredità kantiana. Ma l'idea che le tecnologie per l'informazione e la comunicazione debbano sempre e comunque progredire e invadere la nostra sfera non è un principio né scientifico, né epistemologico della scienza, né tantomeno, in ultima analisi, necessario. È semplicemente un asserito innalzato negli ultimi anni, la cui dimostrazione avviene a vari livelli, non ultima in una dimensione socioeconomica.

L'accresciuto potenziale delle tecnologie, capace di realizzare in fondo qualsiasi fine, sta modificando lo scenario in modo qualitativo. Se da un lato è il fine a condizionare e motivare la ricerca, l'accresciuta disponibilità oggi permette di ampliare e dispiegare un diverso e maggiore ventaglio di fini. Oggi la tecnologia non è più confinata a semplice strumento per compiere operazioni, scrivere o parlare con altri.

Ma quali sono le relazioni nei confronti della tecnologia? Molto spesso vengono sollevate da più parti lodi lusinghiere o rifiuti categorici alle tecnologie dell'informazione. Le posizioni sono spesso inconciliabili e, seguendone logicamente le argomentazioni, è difficile assumere una posizione a metà strada, definita e stabile. Quando queste differenti posizioni sono tirate in ballo, di solito hanno argomenti difficilmente contrastabili tanto sul piano logico e filosofico, quanto su quello materiale. Come a dire, un po' tutti hanno ragione.

Ed in effetti le reazioni dell'uomo, ed i conseguenti comportamenti possono essere molto diversi e sono stati analizzati, nello specifico, dal filosofo della tecnologia Larry Hackman²⁴.

Hackman individua innanzitutto un "effetto sonnambulo", in cui

²³ Lorenz K., *Il declino dell'uomo*, A. Mondadori, Milano, 1984, p. 16.

²⁴ Hickman L. A., "Four effects of technology", in *Society for Philosophy and Technology*, vol. 3, nr. 4, Summer 1998.

tecnologie ed atteggiamenti tendono a rimanere inosservati, trascurandone anche l'impatto sociale, fino a che non è un brusco risveglio a destare l'attenzione. A volte anche troppo tardi. Può essere il caso, ad esempio, di molte amministrazioni pubbliche, in cui i problemi non vengono affrontati, e non sono sottoposti all'attenzione pubblica, finché non si è arrivati ad una situazione in cui è possibile solo rincorrere, producendo tutta la fatica del caso. Max Horkheimer, parlando delle sue esperienze degli anni Trenta, diceva che la popolazione umana a volte si comporta come i pazienti catatonici che alla fine del loro stato di trance pensano che nulla gli è sfuggito.

Vi è poi un "effetto trasparenza", in cui tutto sembra chiaro e funzionare bene, ed anche l'importanza e la valenza nella società è ben chiara. Soltanto che, a volte, ci si può sbagliare nel considerare tutte le posizioni in maniera corretta. Chi avrebbe immaginato, infatti, che dalla condivisione di contenuti multimediali si sarebbero creati dei nuovi "bulli multimediali"? Molto spesso ciò dipende, secondo Hackman, dall'uso abitudinario e dalla superficialità "indotta".

Quindi un "effetto scatola nera", che si presenta soprattutto con aree opache della tecnologia e che induce al non uso. Sebbene questa opacità in realtà riguarda tutti gli elaboratori elettronici o i dispositivi automatici provvisti di un processore di dati, la reazione può evolvere in modi diversi. Come chi utilizza una tastiera per la prima volta, in cui verrebbe da dire "non preoccuparti, quel tasto non è l'innescò di una bomba!"

Infine un "effetto frammentazione", che deriva dalla iperspecializzazione delle tecnologie, per cui gli specialisti tra loro hanno difficoltà a comunicare, gli specialisti ed il grande pubblico non trovano punti di incontro, e il pubblico da solo ha troppe istanze da recepire. Ne consegue un'informazione ed un'alfabetizzazione più povera sullo stato delle cose ed un quadro d'insieme che non si realizza mai.

Qualcuno associa le grandi potenzialità informative al rischio di un "overhead cognitivo", cioè di eccesso di informazione, con conse-

guente disorientamento del lettore-utente. Un disorientamento che non trae beneficio dalla presenza di molteplici codici, tra cui testi scritti, immagini, suoni e animazioni video. Questa diversificazione dei materiali, se da un lato può accrescere il senso di completezza e pungolare l'utente nell'intraprendere il percorso informativo proposto, dall'altro sembra disperdere l'attenzione per via della molteplicità concettuale e semantica. Così come la possibilità di viaggiare attraverso i links, alla lunga, fa perdere il senso della propria posizione all'interno della struttura testuale. Si tratta, in questo caso, di un disorientamento che ha una sua radice intrinseca nel mezzo informativo, migliorabile non con il solo aspetto tecnico, di competenza del creatore del materiale informativo, bensì anche con un aumento della comprensione, da parte dell'utente, dell'interfaccia in cui egli si muove.

1.2. Internet, società e quotidianità

Internet attrae su di sé molte possibili definizioni e metafore. Seguendo Wesley Cooper,

“[...] è il cyberspazio o il matrix, la 'superautostrada dell'informazione', uno specchio che i suoi utenti attraversano per incontrare altri, una città cosmopolita con quartieri illuminati e ombreggiati, una rete che può resistere ad attacchi nucleari, il Dio o la Gaia elettrica, il World Wide Wait, un tessuto connettivo che ci assembla in una mente di gruppo, un organismo o un 'sistema vivo', un piatto di Petri per i virus, un mare aperto per i pirati dell'informazione, un terreno di battaglia nella guerra tra cifratori e deciftratori, un dolce visivo per consumatori discreti di una tsunami pornografica, un porto per minoranze vilipese e per coloro che cercano di scappare da luoghi del mondo reale invalidanti, un'enciclopedia mondiale o una libreria disordinata o un libro di testo o un ufficio postale, stanze per chiacchierare e conferenze accademiche e scolastiche, un

*vasto terreno di gioco o un complesso ufficio, una mucca da mungere per i punto-com, the Widow Maker, una palestra per nuove forme di delinquenza praticate da programmatori bambini, una frontiera selvaggia con poche leggi ed ordine, il luccichio negli occhi dei creatori di realtà virtuali, un laboratorio per programmatori a codice aperto, una cabina elettorale per il ventesimo secolo, una piazza per orazioni di massa, una giungla dove i bambini sono vittime, una piazza pubblica o un villaggio globale, un centro commerciale o una sala da concerto, un picchetto per fattori, un safari per navigatori, uno spazio commerciale che ha bisogno di un piano regolatore, la madre di tutti i coltelli Swiss Army, una tavolozza degli strumenti per gli artisti, un sogno lucido o una magia, un telefono o un giornale, un mostro sfuggito al controllo del Darpa, il pinguino Linux, del pane tagliato a fette, una dipendenza, il Grand Canyon, e così via*²⁵.

È comunque da notare, sebbene queste metafore possano indicare una larga partecipazione della popolazione, che gli utenti di Internet rappresentano una minoranza, anche nelle società che hanno al centro della loro economia le tecnologie dell'informazione.

Le percentuali illustrate in Fig.1 rappresentano la popolazione che usa Internet almeno una volta alla settimana.

È trasformare questa minoranza in maggioranza coinvolge problemi di natura etica, politica, sociale e tecnica. Innanzitutto non è detto che l'avvento tecnologico sia da vedere in modo esclusivamente positivo, come testimoniano i suicidi di massa del piccolo paesino britannico, la trasposizione a volte totale della vita elettronica in luogo di quella reale, o anche la grossa mole di rifiuti tecnologici generati procapite. Inoltre, anche se nel caso in cui gli aspetti positivi siano prevalenti, e ciò sia richiesto da questioni di uguaglianza e giustizia sociale, rimane comunque da capire quale priorità vada assegnata alle tecnologie informatiche, tanto nei paesi industrializzati quanto nei paesi in via di sviluppo. Ancora problemi di natura tecnica legati, ad esempio, alla fruibilità globale della Rete, senza limiti di spazio e tempo, dunque ben oltre le possibilità attuali molto spesso ancorate a sfiancanti colli di bottiglia connettivi.

²⁵ Cooper W., "Internet Culture", in L. Floridi (a cura di), *The Blackwell Guide to Philosophy of Computing and Information*, Blackwell Publishing, 2004, p. 92.

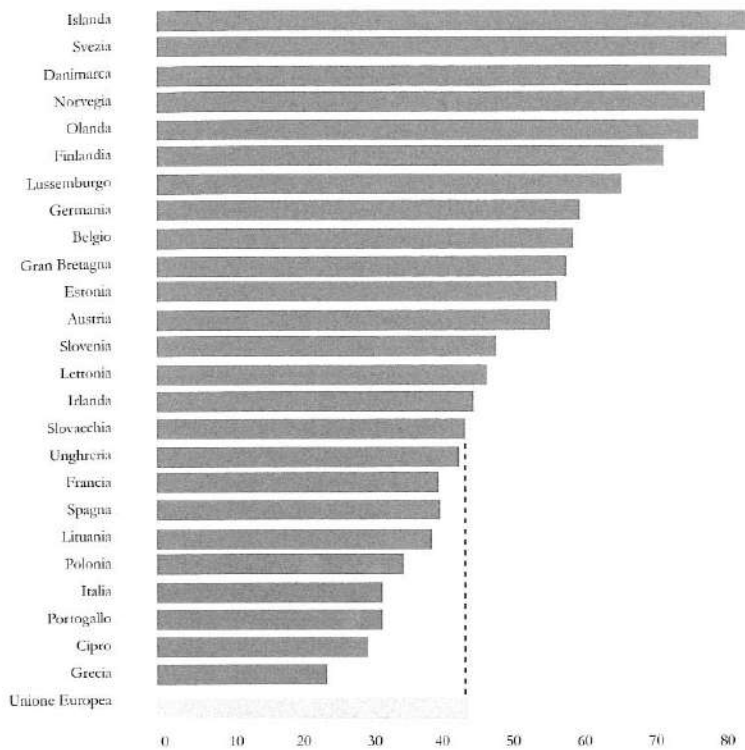


Fig.1:
Utenti internet in
25 paesi (percentuali
sulla popolazione).
Fonte: Eurostat 2006.
Dati riferiti al primo
trimestre 2006

Ad ogni modo, il desiderio di connettersi alla Grande Rete non è un desiderio isolato nella società. È estremamente diffuso, anche a causa della diffusione sociale così ampia dei calcolatori, ormai presenti in tutte le sfere sociali, che in rapida evoluzione dapprima sono diventati personal, quindi portatili, infine palmari.

La possibilità di una metropoli globale elettronica non è né un incubo né un sogno ancora irrealizzato. La metropoli c'è già, ma non la conosciamo ancora abbastanza per sapere se essa abbia un *telos* aristotelico di una qualche natura benigna o maligna, o se invece

essa sarà sempre una realtà *humeana* sciolta e disgiunta, che evade ogni tentativo di comprensione dell'unità sottostante²⁶.

Se da un lato può sembrare che Internet abbia una funzione di mettere assieme, avvicinare le persone, in realtà essa da un altro punto di vista le distacca, almeno con due modalità. In primo luogo, le persone sono separate rispetto alla vita quotidiana, in cui si decide di spendere del tempo sulla Rete così come si sceglie di leggere o ascoltare musica nel privato della propria stanza. Questa scelta, che di per sé non ha nulla di negativo, conduce alla minore socializzazione con le persone del proprio quotidiano, cioè con gli altri "locali". In secondo luogo c'è un distacco con gli altri "lontani", quando si sceglie di effettuare una serie di operazioni online, dettate in linea di massima da una più efficiente gestione del tempo, come un'operazione bancaria, o parlare con qualcuno in chat per affari, e così via. Anche questa è certamente una forma di distacco dalla società fisica. E le potenzialità connettive, laddove lo permettono, tendono a sostituire le esperienze relazionali in modo avvolgente, ad esempio rendendo possibile audiovedersi e magari potendo contare anche su dispositivi tattili, dunque andandone a sostituire in modo sempre più fedele l'essenza.

Per concludere, le nuove tecnologie informative ci cambiano, nella quotidianità, nei comportamenti, nella personalità. Ci cambiano perché è la loro esperienza a modificarci, così come ogni altra esperienza. Ma in questo caso, la cosa è tanto più profonda perché è avvolgente e onni-attrattiva.

1.3. La cultura Internet

*"Internet è solo uno strumento o qualcosa in più? Internet migliora l'educazione o la corrompe? È uno spazio per esplorare possibilità utopistiche o un recinto del naufragio della cultura tradizionale, o qualcosa di neutrale rispetto alle domande di valore come un cacciavite?"*²⁷

²⁶Ibid., p. 92-93.

²⁷Ibid., p. 94.

Sono solo alcune delle possibili domande che una filosofia della cultura Internet dovrebbe porsi. Le risposte sono molteplici. D'altronde la letteratura su questi temi è stata in pochi anni ampia e variegata, con posizioni estreme ed estremizzanti. Queste posizioni si possono tendenzialmente classificare in tre grandi linee di tendenza: utopistiche, apocalittiche e strumentali.

La visione utopistica guarda ad Internet in modo tendenzialmente positivo, eventualmente facendone un bilancio con le negatività, ma con risultanze comunque accettabili. La visione apocalittica è invece posizionata all'opposto, tendenzialmente negativa anche di fronte ad un bilancio con le positività. Infine nella visione strumentale Internet è uno strumento, "solo" uno strumento, che, nel caso ospiti dei valori, questi non sono mai pienamente buoni o cattivi.

In questa tricotomia utopistica/apocalittica/utilitaria rispetto all'uso di Internet, Sherry Turkle in *Vita sullo Schermo*, occupa una posizione prettamente utopistica, diagnosticando questa nuova frontiera culturale non nel senso dell'impoverimento, quanto piuttosto nel senso di un'espansione della cultura, dell'ampliamento delle possibilità di relazioni sociali. Nello specifico,

*"[...] un sistema di reti rapidamente in espansione, collettivamente nota come Internet, connette milioni di persone in nuovi spazi che stanno cambiando il modo in cui pensiamo, la natura della nostra sessualità, la forma delle nostre comunità, le nostre vere identità".*²⁸

Ed ancora, anche se il computer può essere "solo" uno strumento, Internet lo rende

*"[...] anche più di uno strumento e uno specchio: siamo in grado di camminare attraverso questo specchio riflettente. Stiamo imparando a vivere in mondi virtuali. Potremmo ritrovarci da soli quando navighiamo oceani virtuali, distribuiamo misteri virtuali e progettiamo grattacieli virtuali. Ma in modo crescente, quando camminiamo attraverso lo specchio, anche altra gente è lì."*²⁹

²⁸ Turkle S., *Life on the screen*, Simon & Schuster, New York 1995, p. 9; citato in Cooper W., cit.

²⁹ Ibid.

Anche la visione apocalittica ha i suoi fautori. In genere questo genere di posizione mette al centro la problematicità indotta dall'informazione digitale che, invece di fornire un contributo concreto, confonderebbe i livelli del virtuale e del reale e qualunque sua memorizzazione, elaborazione, riproduzione sarebbe solo una sovrapposizione sull'informazione e sulla cultura reale che solo ai nostri sensi può apparire sostitutiva. Dunque è una possibilità che da questa angolazione appare invasiva e confondente, gettando i nostri sensi nell'incapacità di discernimento tra forme di cultura reali e virtuali, e soprattutto, nella confusione dettata dai nostri sensi, causa di un appiattimento del reale sul virtuale, in un nuovo mondo limitato e limitante. Ed a questa visione negativa dell'invasione tecnologica, che permea e ridefinisce tutti gli ambiti della nostra vita, fa riferimento anche Neil Postman nel suo *Tecnopoli: la Resa della Cultura alla Tecnologia*³⁰, asserendo che nella società tecnologica attuale tutte le alternative a se stessa vengono eliminate. Lo spazio alle altre forme è dunque sempre più ristretto e in via di estinzione. Uno scenario poco edificante emerge, allora, in tutta la sua complessità: siamo forse destinati ad una sostituzione completa della vita reale con una virtuale? Siamo forse destinati a frequentare le feste con amici in modo del tutto nuovo - non più con un'esperienza fisica - ma solo attraverso dispositivi di immersione virtuale da usare in perfetta solitudine?

Questa tricotomia nasce dall'influenza di Martin Heidegger nella sua filosofia della tecnologia³¹. È seguendo Heidegger, infatti, che molti hanno individuato nella tecnologia anche un coinvolgimento dei valori, che ne sono compromessi in modo quasi inseparabile. L'idea heideggeriana è in fondo che i valori coinvolti dalla tecnologia sono inseparabili dal cattivo modo di relazionarsi con la natura, comprenderla, e trattarla semplicemente come qualcosa di moda da eseguire per soddisfare gli appetiti umani. La visione heideggeriana è una delle basi dell'atteggiamento apocalittico-distopico, come quello di Michael Heim, per cui è il sistema informativo ad essere prioritario piuttosto che la conoscenza. La conoscenza, infatti, per

³⁰ Postman N., *Tecnopoli: the Surrender of Culture to Technology*, Knopf, New York 1993; citato in Cooper W., cit.

³¹ Heidegger M., *The Question Concerning Technology*, Harper and Row, New York, 1977.

farla divenire manipolabile e trasmissibile come informazione, deve essere ridotta a bit omogeneizzati, e con l'influsso di questi il senso del significato complessivo si ritrae³².

D'altra parte il valore informativo congiunto alle nuove tecnologie può essere riguardato anche in maniera utopistica, andando oltre un conteggio di "guadagni e perdite"³³. Ad esempio Kevin Kelly teorizza Internet come *vivisystem*, cioè un sistema vivo, risultato della

*"[...] sovrapposizione tra la crescita meccanica e realistica anno per anno. Parte di questa convergenza bionica è una questione di parole. Il significato di 'meccanico' e 'vita' sono entrambi stirati fino a che tutte le cose complicate possano essere percepite come macchine, e tutte le macchine che si autosostengono possano essere percepite come vive. Inoltre, oltre alla semantica, due tendenze concrete stanno accadendo: (1) le cose fatte dall'uomo si comportano in modo più vitale e (2) la vita sta diventando più ingegnerizzata. Il velo apparente tra l'organico e il manufatto è stato sgualcito e rivela che questi sono, e sono sempre stati, parti di un unico essere. Come dovremmo chiamare quell'anima comune tra le comunità organiche, che conosciamo come organismi ed ecologie, e le loro controparti manufatte di robot, corporazioni, economie e circuiti di calcolatori? Io chiamo questi esempi, realizzati e nati, 'vivisistemi' per la vitalità che ciascun sistema possiede."*³⁴

Questa idea è analoga a quella di James Lovelock nell'ipotesi di Gaia, in cui tutti i componenti materiali della Terra possono essere interpretati come costituenti di un unico essere vivente, capace anche di manipolare il suo spazio vitale. Ed anzi, proprio grazie ad Internet ed alle tecnologie di rete, Gaia non solo sarebbe viva, ma sta acquisendo una sua mente. Nelle parole di Kelly:

"C'è un punto di vista in cui dalla cultura di rete emerge una mente globale. La mente globale è l'unione di calcolatori e natura, di telefoni e cervelli umani ed altro. È una grande complessità di forma indeterminata governata da una mano invisibile. Noi esseri umani non siamo consapevoli di cosa essa significhi."

³² Heim M., *The Metaphysics of Virtual Reality*, Oxford UP, 1993, p. 17.

³³ Cooper W., cit., p. 95.

³⁴ Kelly K., *Out of Control: the New Biology of Machines, social systems, and the Economic World*, Addison Wesley, New York 1994, p. 3.

Non perché non siamo abbastanza bravi, ma perché il progetto di una mente non permette alle parti di comprendere l'intero. Il particolare pensiero della mente globale – e le azioni che ne conseguono – saranno fuori dal nostro controllo ed oltre la nostra comprensione. Così le economie di rete incrocieranno un nuovo spiritualismo.

La nostra difficoltà primaria nella comprensione della mente globale di una cultura di rete sarà che essa non ha un 'io' centrale a cui fare appello. Nessuna centrale, nessuna testa. Ciò sarà la cosa più esasperante e scoraggiante. Nel passato, uomini avventurosi hanno cercato il sacro graal, o la sorgente del Nilo [...] o il segreto delle piramidi. Nel futuro la meta sarà di trovare lo 'io sono' della mente globale, la sorgente della sua coerenza. [...] Ma sarà una meta infinita come le altre che l'hanno preceduta".³⁵

1.4. Un cenno sull'informatica umanistica

È piuttosto facile intuire che dal punto di vista culturale stiamo vivendo un periodo che si può definire di transizione. Con l'avvento del nuovo secolo un vecchio mondo sta scomparendo mentre uno nuovo, che non sappiamo ancora del tutto riconoscere, e certamente che non siamo ancora in grado di definire completamente, si sta realizzando - su scala mondiale - attraverso la fusione delle tecnologie dei media con quelle dell'informatica, sviluppando quella che oggi si chiama Società dell'Informazione.

Chiunque, oggi, possieda a casa un personal computer collegato alla rete telefonica, ha possibilità, impensabili fino a pochi anni fa, di accedere tramite Internet, ad informazioni di ogni tipo, purché acquisisca un minimo di esperienza per muoversi all'interno di questa enorme giungla di informazioni che ci sovrasta. Il mutamento cui assistiamo da una parte esalta, ma dall'altra preoccupa e fa riflettere. Infatti ogni innovazione tecnologica, nella comunicazione, comporta un mutamento culturale, che fa dimenticare la specifica

³⁵ Ibid., p. 202.

cultura legata al precedente strumento di comunicazione.

Un paragone forse interessante è il seguente: la scrittura, ad un certo punto della storia del mondo, creò la cultura del libro. Il processo fu lento, ma circa 500 anni fa nacque e si perfezionò la tecnica della stampa e il veicolo culturale globale ebbe una notevole impennata. La scrittura prima d'allora era usata soltanto per la registrazione delle merci o delle offerte al tempio o per le trascrizioni delle leggi. Il sapere era orale, poi lentamente nacquero i primi libri, come raccolta dei saperi, pochi volumi scritti a mano e copiati a mano nei vari monasteri. Con l'invenzione dei caratteri mobili e l'avvento delle tipografie nacque il libro a stampa; con esso la diffusione della cultura anche grazie alla successiva nascita delle biblioteche.

Come già detto³⁶ nella storia vi sono momenti di continuità e momenti di rottura, qualcosa continua nel nuovo e qualcos'altro viene dimenticato, perché ritenuto irrilevante. Oggi assistiamo a nuovi fenomeni di trasmissione e gestione della cultura, fenomeni che fanno pensare ad una possibilità, forse non immediata, ma futura: la scomparsa della civiltà del libro o almeno la scomparsa della centralità della cultura del libro. Quali fenomeni si connettono a questo diverso modo di gestire il sapere ci sarà detto dal futuro, dagli studi futuri.

L'interesse dei giovani per l'universo comunicativo nelle sue forme più varie è notevole. Questo universo di informazioni che genera una cultura in continua evoluzione, a volte caotica, sembra essere lo strumento adatto per orientarsi in un mondo multiculturale e globalizzato. Il sapere odierno sfugge alle rigide contrapposizioni del passato tra una cultura umanistica, orgogliosamente rinchiusa nelle sue tradizionali certezze, ed una cultura tecnico-scientifica.

Negli impieghi delle tecnologie della comunicazione sono insiti anche diversi pericoli e diverse situazioni che occorre saper riconoscere e gestire. Parliamo ad esempio, dell'imparare a non confondere l'esperienza artificiale del mondo virtuale con quella del mondo reale. I nuovi modelli di sapere e della cultura sono estremamente

³⁶ Vedi cap. I.

accattivanti in quanto essi si presentano nelle varie integrazioni di testi, suoni, immagini, ma non bisogna dimenticare i concetti e il sapere che vi sono alle spalle e che hanno permesso i loro assemblaggi. L'animazione dell'astratto - e astratti sono i testi, i suoni, le immagini, ecc. - per quanto accattivante, non può sostituirsi al sapere. La scrittura riunisce il campo umanistico a quello tecnologico e scientifico dando origine alla nuova informatica applicata al testo letterario (*Computing in Humanities*) che oggi si ha tendenza a chiamare informatica umanistica. Tale disciplina parte dalla fondamentale idea che *la tecnica è alla portata di tutti, mentre l'analisi raffinata dei testi non lo è affatto*.

La cultura del libro ha portato su supporto cartaceo lo scibile umano nella sua totale interezza. Per meglio conservare tale cultura, ma anche, e specialmente, per diffondere e gestire con più facilità il vastissimo patrimonio culturale umano si aprono gli orizzonti del testo digitalizzato. L'operazione di digitalizzazione dei testi, condurrà alla creazione delle nuove biblioteche digitalizzate on line, che permetteranno di recuperare i testi senza muoversi dalla propria sedia, con un considerevole risparmio energetico, materiale e, in definitiva, economico. Un esempio, è la collezione del *Periodico di Matematiche*, rivista che costituisce l'organo ufficiale della *Mathesis*, una delle grandi società matematiche italiane che in versione digitale occupa appena cinque Cd³⁷.

Altro aspetto dell'informatica umanistica è la sua fusione con la *multimedialità*³⁸ per operare in parallelo su una frontiera di interessi comuni, che tentiamo ora di sintetizzare: ricercare una filosofia della conservazione dei saperi per la gestione di archivi da poter riutilizzare e conservare anche nel caso di cambiamenti di tecnologie; partecipare con grande impegno alle nuove forme di creatività di composizioni multimediali; comprendere l'evoluzione della tecnologia e saperla comparare, con atteggiamento più critico, alle seduzioni - non sempre di contenuto - che il mercato offre. Non è utile rinnovare una macchina perché ne vengono proposte di nuo-

³⁷ F. Eugeni, al tempo che era Presidente Nazionale della *Mathesis*, promosse e diresse la digitalizzazione menzionata

³⁸ Vedi cap. 2..

ve. Quello che dovremmo chiederci sempre è se le nuove funzioni, che la pubblicità attribuisce alla nuova macchina, sono veramente tali e se soddisfano realmente una nostra necessità di lavoro e non già uno sterile essere alla moda.

Infine, l'importanza della riflessione filosofica intorno alla nuova cultura del nostro tempo appare evidente. Seguendo la posizione di Giorello (2004) nel dialogo intorno all'epistemologia della cultura politecnica, un obiettivo è "*[...] quello di articolare ed explicitare - ed eventualmente mettere in discussione e criticare - le regole che effettivamente governano la prassi dell'esperto e del tecnico nei contesti in cui opera. In questo senso, la filosofia è una preziosa alleata: non è nè "regina" (Kant) nè "spazzina" (Locke), essa non si pone nè al di sopra nè al di sotto, ma riflette dall'interno della scienza sulla scienza stessa...*"

2.1. Iper testi e cultura multimediale

La *multimedialità* ha il suo antenato nelle antiche tecniche di *Arte della Memoria*³⁹ che venivano usate dalla mente per organizzare il proprio sapere. Oggigiorno tali tecniche hanno trovato terreno fertile perché si possa assemblare in un unico supporto scritti, immagini, brani musicali e filmati sia appositamente ottenuti sia archiviati in altri supporti. Opportuni programmi permettono la gestione, l'assemblaggio e le rifiniture di presentazione di questi materiali. Sparisce l'idea del testo sequenziale e i rimandi non sono più soltanto brevi note, ma possono ottenersi delle connessioni - solo cliccando - a testi ben più ampi, contenuti in altri supporti o contenuti in altri siti della rete. Sono gli *iper testi*, il più famoso e gigantesco dei quali si può considerare proprio Internet. Il libro verrà soppiantato da una siffatta struttura? È uno dei grandi interrogativi che oggi ci poniamo.

In primo luogo è bene distinguere il concetto di *testo multimediale* da quello di *iper testo*. I due concetti a volte vengono tra loro confusi, ma mentre il primo si riferisce agli strumenti della comunicazione, il secondo si riferisce alla sfera dell'organizzazione dell'informazione.

L'iper testo più massiccio oggi noto è, come anticipato sopra, tutto il complesso costituito da Internet. Si tratta di un grande edificio, di un grande labirinto, se si vuole, di una grande opportunità offerta, sia all'utente occasionale sia allo studioso, per approfondire le pro-

³⁹ Vedi par. 4.3..

prie conoscenze su un qualunque argomento.

Tutto si critica e qualcuno ha definito Internet come "un grande immondezzaio nel quale scavando e scavando può a volte emergere qualche preziosa perla!"

Ovviamente non è esattamente così, ma va riconosciuto che in un ipertesto gigante come Internet si può trovare di tutto: dalla notizia falsa alle nozioni distorte fino alla criminalità organizzata e casuale. Vi sono denunce di vario tipo sulla pericolosità di Internet e dei fenomeni di globalizzazione. Il lettore interessato può avvalersi di quanto scrive Franck Sunn⁴⁰ riguardo ad un paragone tra www e il numero 666 pensato come mistico numero di quell'Anticristo citato nell'Apocalisse di Giovanni. Sunn parla delle moderne tecniche, capaci di consentire un grande aumento della produttività. Tali tecniche, però potrebbero essere al contempo, strumenti molto efficaci per controllare, ma anche manipolare, l'intero genere umano. Sunn accusa i potenti del mondo, perchè aspirerebbero a creare una società totalmente sorvegliata da nuove tecnologie, nella quale il contatto reale con il mondo sarebbe, di fatto, solo virtuale, cioè solo attraverso lo schermo. La visione di Sunn verrà ripresa in seguito, quando si parlerà dell'opera di George Orwell da titolo *1984* e la si confronterà con *Matrix*, la trilogia cinematografica dei fratelli Wachowsky, discutendone il senso e le logiche.

2.2. Le origini degli ipertesti

La prima formulazione moderna dell'idea di ipertesto si trova in un articolo dal titolo *As We May Think* del 1945 del tecnologo statunitense Vannevar Bush. Nell'articolo di Bush, viene descritta una complicata e immaginaria macchina detta il Memex (da Memory extension), una sorta di scrivania meccanizzata, dotata di schermi per vedere e gestire microfilm ed in grado di interagire e creare

⁴⁰ Sunn F., *Internet è l'Anticristo*, Armenia, Milano, 2001.

collegamenti tra unità di informazione di differente provenienza e genere. Bush aveva anche previsto l'aggiunta di interazione vocale attraverso l'utilizzo di un sintetizzatore vocale elettronico e di un sistema di riconoscimento vocale. Lo studioso statunitense ipotizzava che un tale meccanismo sarebbe stato in grado di aumentare la produttività intellettuale, poiché ne imitava il meccanismo basato sulle catene di associazioni mentali: in pratica Bush sottolineava che questo tipo di collegamenti di idee è il modo di funzionamento naturale della nostra mente.

Agli inizi degli anni sessanta Ted Nelson nel suo scritto, considerato oggi il manifesto dell'ipertestualità, dal titolo *Literary Machines*, introduce il termine *ipertesto* e descrive un enorme sistema ipertestuale che chiama *Xanadu*, (nome probabilmente ispirato al film di Orson Welles *Citizen Kane* del 1941⁴¹).

Il progetto *Xanadu*, nella utopica rappresentazione di Ted Nelson, era la base di un universo informativo globale ed orizzontale, costituito da una sconfinata rete ipertestuale distribuita su una rete mondiale di computer. Il progetto di Ted Nelson non venne mai realizzato concretamente, a parte alcuni vani tentativi.

Le idee del progetto sono comunque confluite, anni dopo e grazie a Tim Berners-Lee⁴², nella concezione del World Wide Web e quindi di Internet.

La definizione ufficiale del CERN, per quanto concerne il World Wide Web è: "sistema ipermediale distribuito"⁴³ ovvero un oggetto in grado di gestire in maniera interattiva e organica documenti sotto forma di testo, suono e altro localizzati in computer geograficamente distanti nel mondo. All'inizio era stato concepito solamente come un mezzo per la distribuzione di informazioni a carattere scientifico tra gruppi di lavoro dislocati in luoghi distanti.

Di seguito è riportata un'analisi che Lee fece al fine di mostrare gli svantaggi nell'utilizzo di sistemi incompatibili e non connessi per

⁴¹ Il film uscì in Italia con il nome *Quarto Potere*, e *Xanadu* era la gigantesca tenuta dove Charles Foster Kane, magnate dell'industria e della stampa, muore nella disperata solitudine del suo infinito potere, il nascente potere dell'editoria e dei media.

⁴² Tim Berners-Lee (Londra, 8 giugno) è il l'inventore del World Wide Web (WWW) insieme ad altri ricercatori del calibro di Robert Cailliau. A Lee si deve il termine World Wide Web, e sempre a lui, nel 1990, il primo server WWW httpd, il primo browser (software per navigare su Internet) ed il primo editor per il WWW. Anche la formalizzazione del linguaggio di marcatura HTML, il cui compito è la formattazione di documenti ipertestuali, è un suo progetto. Nel 1993 Lee ha lasciato l'Europa per approfondire i suoi studi presso il Laboratory for Computer Science (LCS) del prestigioso Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Boston, dove, un anno dopo, ha fondato il World Wide Web Consortium (W3C), consorzio che oggi regola tutte le specifiche del WWW.

⁴³ Boutell T., *Frequently asked questions about World-Wide Web*, 1994, reperibile online sul sito rfi.mit.edu.

lo scambio di informazioni, dimostrando quindi la necessità di un sistema omogeneo per rappresentare e distribuire l'informazione stessa:

“Nel Cern è già disponibile una certa quantità di dati: informazioni, dati sperimentali, liste di indirizzi di posta elettronica, documentazione informatica, documentazione sperimentale e molti altri insiemi di dati stanno girando continuamente nei dischi dei calcolatori. Tuttavia, è impossibile ‘saltare’ da un insieme all’altro in modo automatico: ad esempio, una volta trovato che il nome di Joe Blogges è elencato in una descrizione incompleta di qualche software in linea, probabilmente non è possibile ricercare direttamente il suo indirizzo attuale di posta elettronica [...]”.

La conclusione è che ‘vi è un enorme beneficio potenziale nell’integrazione di diversi sistemi capaci di permettere agli utenti la possibilità di seguire connessioni che si spostano da un elemento ad un altro.’ Si pretende poi che le risorse disponibili, localizzate in formato elettronico nei diversi calcolatori collegati alla rete, fossero accessibili ad ogni ricercatore dal proprio terminale, in modo chiaro ed esente da difficoltà, senza bisogno di imparare ad utilizzare diversi programmi. Inoltre, la rete dovrebbe facilitare il salto tra elementi dell’informazione connessi: le risorse esistenti dovrebbero integrarsi in una rete ‘ipertestuale’ gestita e distribuita da computer [...]”.

Un punto focale da mettere in rilievo, consiste nel fatto che l’organizzazione dell’informazione si è sempre pensata sequenziale, avendo come modello di trasmissione essenzialmente quello del libro diviso nei vari capitoli e relativi paragrafi. Molti autori, del passato più o meno recente, hanno usato quale strumento di rimando, all’interno di un testo scritto, la tecnica delle note a piè di pagina e dei riferimenti ad altre parti del testo, al fine di consentire al lettore di approfondire il significato di una parola e/o di un concetto e, eventualmente, stimolarlo alla ricerca di nuovi elementi.

Queste operazioni, però, sono sempre avvenute nell’ambito della coppia libro-lettore, in un circuito quindi chiuso e spesso funzio-

nante in modo unidirezionale, perciò del tipo libro verso lettore. Quindi il testo tradizionale, pur conservando i fondamentali requisiti della comodità di trasporto e della facilità di impiego, presenta sempre di più il notevole limite di ostacolare il lettore nello scegliere il proprio percorso di lettura, nell'interagire con l'autore, nel dare il proprio contributo alla crescita del testo con apporti personali.

Un *ipertesto* invece si basa su una struttura reticolare dell'informazione ed è composto da un insieme di *unità informative* (i nodi) e di un insieme di *collegamenti* (i link) che da un nodo portano ad uno o più nodi. Se le informazioni, collegate tra loro, sono veicolate da media differenti (testi, immagini, suoni, video) allora l'ipertesto è *multimediale*.

Si tratta di un gigantesco sistema di punti (i nodi) e di collegamenti (i link) che, dal punto di vista puramente matematico, ne fanno una struttura nota con il termine di *grafo*⁴⁴.

I collegamenti, devono naturalmente essere collocati in punti nei quali il riferimento sia semanticamente (ovvero d'interesse) rilevante, ai fini di non far smarrire l'utente in percorsi totalmente casuali se non privi di senso. Se la semantica studia il significato delle parole, nella loro evoluzione storica, allora può anche dirsi che l'oggetto *ipertesto* non rappresenti una novità assoluta, in ordine al fatto di acquisire informazioni per riferimento. Va invece rilevato che la tecnologia informatica ne permette un uso del tutto nuovo e di grande potenzialità a causa della *interattività*, che è fatto puramente tecnico e dovuto alla tecnologia stessa.

Senza voler sminuire la validità del supporto cartaceo, si può ritenere che l'ipertesto multimediale gli si affiancherà, riuscendo a colmare alcune lacune: insieme potranno diventare strumento di crescita individuale e collettiva del pensiero, di stimolo all'approfondimento delle più svariate tematiche che possono derivarne, analogamente alle connessioni neuroniche proprie del cervello fin dalla sua origine, evolvendosi nello sviluppo, fino a giungere alle complesse interazioni fra una forma di *IO/PC* individuale ed un moderno *IO/INTERNET* collettivo.

⁴⁴ La nozione di *grafo* è molto importante sia nella Matematica discreta che nella ricerca operativa. I vertici (nodi, punti) rappresentano persone, industrie o altro e le frecce indicano le relazioni.

Già oggi l'ipertesto: permette a chiunque di raccogliere informazioni in un contesto molto ampio; consente di coordinare, organizzare, elaborare ed offrire tali informazioni; stimola chiunque sia fortemente motivato a produrre nuove proposte, idee e a presentare le stesse sulla rete attivando così nuove sinergie, grazie anche alla posta elettronica, ai gruppi di discussione, contribuendo così a migliorare, in definitiva, i rapporti umani e quindi la crescita culturale ed economica di una moderna società civile. Tali "meccanismi" informativi sono legati, fuori della ricerca, nel mondo del lavoro, alle occupazioni tipiche dei giovani interessati a queste problematiche quali le collaborazioni con le case editrici, con la Rai, con le software house; è incontestabile la sua utilità nelle biblioteche virtuali, che ormai sono molte in tutto il mondo: si frantumano i tradizionali rigidi spaccati tra campi di studio così diversi, con effetti sulla spazialità, su noi stessi, sulla ricerca.

Stiamo perciò assistendo ad un cambiamento lento, ma progressivo, di intendere i rapporti fra le persone grazie alla possibilità offerta dai nuovi media di fondere le esperienze individuali in una magmatica esperienza collettiva alla quale ognuno potrà apportare il proprio contributo, consentendo la nascita di nuove "connessioni neuroniche" fra culture e persone non necessariamente vicine.

I grandi cambiamenti non avvengono mai all'improvviso; richiedono anni perché si formi un substrato fertile, rappresentato dalla cultura, sintesi di molteplici domande che si pongono tutte le persone; occorre un buon seme, indicabile nelle potenzialità delle risorse umane; tutto ciò non può crescere se mancano un buon concime e delle amorevoli cure e cioè le sensibilità politica e sociale all'importanza della cultura, anche nell'evoluzione tecnologica.

L'ipertesto di Internet è frutto di un'articolata e complessa macchina organizzativa che potrà arricchirsi di contenuti solo se si affermerà la volontà di ognuno di noi di farlo crescere in senso costruttivo, come un "sistema nervoso" che si evolve sotto l'azione degli stimoli che provengono dall'esperienza.

Nella terra natale di Internet, non è un caso, oramai da alcuni anni si stanno affermando le tecniche di costruzione ipertestuale aperta, simbolo di autentica democrazia in quanto il singolo o il gruppo che elabora questi ipertesti già li vede come potenzialmente fruibili da altri, i quali possono ulteriormente migliorarli, in una crescita teoricamente (e praticamente) senza fine.

Ci domandiamo: quali ripercussioni potrà avere un fenomeno del genere nel nostro Paese? Quanti sono (e chi sono) coloro che sono disposti a diffondere le proprie esperienze, conoscenze, competenze con questo nuovo "strumento di confronto" qual è l'ipertesto?

Purtroppo, i luoghi dai quali dovrebbero partire simili iniziative hanno dei budget molto limitati; il massimo che è loro concesso è avere la pagina web (quindi solo un semplice restyling) ma al loro interno rimangono obsoleti e quindi nell'incapacità di diventare fonte di arricchimento culturale per gli altri.

Un uso intelligente degli ipertesti e di tutti i nuovi media dovrebbe avere inizio in tutte, proprio tutte, le nostre scuole, in ogni disciplina; si rafforzerebbero gli obiettivi interdisciplinari, sarebbe possibile coordinare e realizzare elaborati simili a tesi di laurea già dalle scuole superiori, diventerebbero più attivi e stimolanti sia il confronto reciproco (anche a grandi distanze) che il dialogo.

2.3. Ipertesti e cultura

Ipertesto: oggi se ne parla molto ma se la maggior parte degli individui (non molti per la verità) sono in grado di associare a questa parola la possibilità di "cliccare" sul video una parolina colorata in blu per ricevere come ricompensa una pagina ricca di spiegazioni relative al termine cliccato oppure di istruzioni su come farsi recapitare l'ultimo modello di un qualunque oggetto di consumo, per molti altri appare irrilevante il suo significato in termini di influenze che

potrebbe avere sulle metodologie di insegnamento e di apprendimento. La qualità di esse, infatti, sempre più spesso trae linfa vitale dall'informazione e dalla comunicazione; la dotazione (e la qualità) culturale del singolo è sempre meno statica e più dipendente dall'incessante ritmo con cui invecchiano le fonti informative e l'ipertesto permette di dare una risposta a queste nuove esigenze.

Se è vero che, per la prima volta dall'inizio dell'era moderna, si sono accresciute enormemente le nostre potenzialità nell'acquisizione di questi fattori, in passato a disponibilità limitata, è altrettanto vero che dovremo sempre di più porre attenzione nel selezionare le informazioni, al modo con cui sono organizzate e al come intendere-
mo organizzarle per renderle disponibili. È implicito che in siffatte azioni possa ancora una volta manifestarsi la (storica) tentazione dei manipolatori dell'informazione che potrebbe costituire un pericolo potenziale all'affermazione dell'autentica democrazia elettronica.

L'ipertesto globale costituito da Internet è anche un'opportunità offerta, sia all'utente occasionale che allo studioso, per approfondire le proprie conoscenze su qualunque argomento. Solo pochi anni addietro, ad esempio, le ricerche bibliografiche richiedevano spesso il trasferimento fisico dello studioso presso le istituzioni ove risiedevano le risorse informative: oggi è possibile recuperarle senza muoversi dalla propria sedia, con un considerevole risparmio energetico, materiale e, in definitiva, economico. È già possibile, ad esempio, cimentarsi in esperimenti virtuali di fisica e di biologia utilizzando laboratori situati in qualunque angolo della Terra, oppure studiare l'anatomia umana con strumenti sofisticatissimi di realtà virtuale. È lecito chiedersi, a questo punto se aumenterà il tempo che abbiamo a disposizione per pensare, elaborare, inventare.

La risposta è affermativa ma ci si deve chiedere se l'italico substrato culturale sia pronto a recepire il significato delle implicazioni derivanti dal fare parte di una comunità allargata quale è quella offerta da Internet. Se fino a qualche anno fa vivevamo in un relativo isolamento fisico e culturale e le innovazioni, le mode, le filosofie, ci

giungevano come echi lontani che venivano assorbiti gradualmente, senza alcuna possibilità di replica da parte nostra, oggi è possibile interagire con quei messaggi provenienti da interlocutori molto più vicini e comunicare con loro dimostrando che siamo dei soggetti attivi, pensanti e non più semplice massa, come è stato il pubblico televisivo. Il mondo è davvero diventato piccolo e si sono accresciute enormemente le possibilità di confronto culturale, tecnologico, scientifico sia a livello istituzionale sia a livello personale.

La tecnica di stesura dell'ipertesto, in Italia, si sta diffondendo prevalentemente in ambito pubblicitario e stenta ad entrare a far parte del bagaglio culturale del laureato medio. A tale proposito, immaginiamo gli effetti che potrebbe avere l'adozione di questo mezzo sulle bibliografie nelle tesi di laurea, ad esempio. Si deve inoltre rilevare che "nulla o quasi" viene fatto per utilizzare questo nuovo strumento nella didattica. Proviamo ad immaginare le sue positive ripercussioni sulle analisi/sintesi in ambito interdisciplinare. Forse non è che il primo di una lunga serie di modi con cui sarà possibile coinvolgere tutti i nostri allievi in una partecipazione produttiva alla crescita individuale e cooperativa del sapere.

Le strutture ipertestuali, se impiegate adeguatamente, potrebbero contribuire a migliorare le tecniche di elaborazione dei contenuti (potrebbero far riscoprire l'antica, abbandonata, arte della scrittura ad un maggior numero di persone?), la qualità dell'informazione in quanto esse sono fruibili da chiunque, personalizzabili e quindi suscettibili di evoluzione (ipertesti aperti). L'organizzazione e i dinamismi del pensiero subiranno delle radicali trasformazioni?

È vero che il numero delle scuole dotate di aule di informatica è in progressiva crescita, in ossequio alla tanto decantata sperimentazione, ma è altrettanto vero che la scuola italiana (la maggior parte dei suoi insegnanti) è ancora del tutto insensibile alle sollecitazioni provocate dall'ipertesto globale quale può ritenersi sia Internet. Ci sono, allo stato attuale, poco meno di un migliaio di scuole italiane che presentano in rete la propria pagina web ma, al di fuori di un po'

di pubblicità colorata e di qualche fotografia, nulla di tangibile e di fruibile sembra emergere dall'ipertesto. L'utente che visita un sito fornitore di servizi scolastici si attenderebbe qualcosa di più di un po' di pubblicità; perlomeno dovrebbe essergli data la possibilità di consultare lo schedario della biblioteca per poter effettuare eventuali ricerche, oppure prendere visione del curriculum vitae degli insegnanti, o ancora acquisire dati, esperienze, ricerche, svolte dagli allievi e/o dagli insegnanti, al fine di conoscerle, elaborarle, utilizzarle, diffonderle per attivare poi in altri soggetti la continuazione e la crescita dei processi cognitivi e rielaborativi. Prevarrà l'italico individualismo?

Ben venga dunque la diffusione dell'ipertesto come strumento integrante (per il momento) le tecniche di studio e di ricerca tradizionali, facendo attenzione a non confinarne l'impiego nell'ambito esclusivamente umanistico in quanto si presterebbe molto bene anche in campo scientifico e tecnico per elaborare le basi di conoscenza dinamiche che potrebbero rappresentare la prossima tappa verso la realizzazione di nuovi modelli di intelligenza artificiale.

Le esperienze di numerosi insegnanti italiani che stanno "sperimentando e ricercando" insieme ai propri allievi nuove metodologie didattiche e di studio, se da un lato ci incoraggiano perché sono "pionieristiche" e premonitrici di buona volontà e di impegno, dall'altro ci fanno notare come tutto ciò rischi di rimanere confinato nel "luogo e nel tempo che fu" se non se ne consentirà la stratificazione e la sedimentazione a livello di fatto culturale di massa.

In tale prospettiva, il "Piano nazionale" per l'introduzione dell'informatica nelle scuole di ogni ordine e grado appare nettamente insufficiente in quanto non si tratta semplicemente di dotare ogni scuola di un'aula informatica e di un nodo Internet ma, soprattutto, di riqualificare culturalmente tutto il personale insegnante stimolandolo e motivandolo ad una formazione permanente che lo porti ad evolversi da promotore del sapere a promotore del saper fare, cioè capace dal punto di vista culturale di rispondere alle

sollecitazioni provocate dalle nuove tecnologie e di trasmetterle agli allievi, quindi con anticipo rispetto all'ingresso nel mondo del lavoro di questi ultimi.

Sebbene tutto ciò abbia un costo enorme, tuttavia è molto giustificato come investimento di lungo periodo; infatti la nostra società di domani dovrà "fare i conti" con chi la cultura tecnologica l'avrà saputa elaborare per accrescere l'efficacia e l'efficienza individuali e cooperative.

2.4. Iper testi e libri nel villaggio globale

Gli iper testi soppianderanno il libro? Domanda che probabilmente avrà una risposta affermativa nel futuro. Il libro oggi è amato dagli studiosi; molti, troppi, oggi direbbero che non è possibile questa cancellazione, che il libro va toccato con le mani, va amato.

Proseguendo nei parallelismi storici un simile atteggiamento era quello dell'amanuense che dedicava, di tanto in tanto, un mese e forse più ad illustrare la lettera A che componeva la prima parola del capoverso X del capitolo Y. Quale sarà stato il suo atteggiamento verso quei caratteri a stampa, che inizialmente perdevano quelle caratteristiche di unicità, quell'estetica così spinta, elementi che conducevano, a volte, una persona a fare di un solo libro lo scopo della sua vita?

I libri da tempo immemorabile, precisamente dai tempi di Platone, il primo ad organizzare le sue idee in dialoghi e quindi in libri, rappresentano la cultura di un popolo e la sua immissione in quello che oggi viene chiamato il *villaggio globale*⁴⁵.

L'idea di villaggio globale è una metafora, spesso banalizzata dai media, in genere usata come aggregato di posti geograficamente anche lontani, ma resi vicini dalle nuove tecnologie al punto da poterli assimilare ad un "luogo", dove due punti qualsiasi sono col-

⁴⁵ La nozione di *villaggio globale*, è stata teorizzata dal canadese Marshall McLuhan. Cfr. *Gli strumenti per comunicare (Understanding Media, 1964)*, Il Saggiatore, Milano, 1993.

legabili in tempo reale, così da avere le "vicinanze", se si vuole, la topologia di un villaggio. In realtà rileggendo l'opera dei primi anni sessanta, del canadese Marshall McLuhan⁴⁶, forse uno dei pionieri più originali tra i teorici dei mezzi di comunicazione di massa, ci accorgiamo che la metafora sottesa all'idea di villaggio globale, non evidenzia solo una crescita tecnologica operante su una pacifica comunità, ma esprime un momento di rivoluzione, un conseguente processo che ha portato dalla stampa al telegrafo, dal telefono alla televisione e all'automazione (termine probabilmente includente anche l'informatica odierna), imponendo una sorta di dominio del mondo occidentale su aree nazionali molto ben distinte tanto da trasformare il villaggio globale in villaggio globalizzato. A processo completato la rivoluzione comporta avvicinati di culture un tempo lontane, ritorni a procedure di oralità dimenticate e a schemi tribali, avvicinando le più antiche e differenziate culture della Terra. Non è facile sintetizzare le tesi di McLuhan. Nella sua teoria dei "mass-media" egli divide la storia del pensiero dell'uomo in tre grandi periodi: un periodo *pre-letterario* o dell'oralità mimetico-poetica⁴⁷, che parte da momenti primitivi e tribali per giungere ai poemi tipo Omero; un secondo periodo in relazione con l'*avvento della stampa* e delle biblioteche, periodo nel quale l'uomo subisce un profondo mutamento e conquista una forte autonomia culturale⁴⁸; l'*era elettrica*, infine, appare come un'era contraddittoria nella quale si alternano momenti di ritorno al tribale e momenti di grandi mutamenti.

In questo contesto, il *medium* è il messaggio che in ogni periodo ha fornito differenti caratterizzazioni dei mezzi di comunicazione, propri del tempo cui si riferiscono, proprio come gli arnesi per lavorare prima la pietra e poi la terra, le armi per la guerra e le mitizzazioni dei guerrieri, le crociate e l'inquisizione, la stampa e le scoperte geografiche, fino all'era industriale.

Tuttavia, il mezzo con il quale si effettua la comunicazione ha il suo peso e la comunicazione non ne risulta - secondo McLuhan⁴⁹-

⁴⁶ Marshall McLuhan, letterato ed ingegnere, fu direttore del *Center of Culture and Technology* di Toronto.

⁴⁷ Vedi par. 4.1.2..

⁴⁸ Vedi par. 4.4..

⁴⁹ M. McLuhan, cit.

indipendente. Non è quindi solo il contenuto di un messaggio a formare il *medium*, bensì la coppia costituita dal contenuto e dalla modalità di comunicazione. La medesima immagine commentata non rappresenta lo stesso *medium* allorché la si esprima con supporti cartacei, radiofonici, cinematografici o televisivi.

Così la pretesa evoluzione della società, che andrebbe chiamata solo trasformazione, sembra essere effetto esclusivamente del mutamento tecnologico (*effetto McLuhan*). Tale effetto progressivamente ha spostato l'uomo dal legame diretto con la natura, con la quale egli si confrontava in modo individuale senza l'ausilio di alcun oggetto ad un rapporto sostanzialmente indiretto e mediato. I numerosi mutamenti psico-sociali sono da considerarsi come effetti prodotti da media differenziati, il cui effetto è stato quello di collettivizzare le attività, specie di tipo economico, anzi consumistico, ed estendere i suoi sensi oltre la natura. Così nelle diverse epoche si sono verificati effetti dovuti a particolari abbigliamenti sorti in un preciso tempo, ma sempre come protesi della pelle umana ovvero di leve o macchine come protesi delle braccia, del libro come protesi della vista, della ruota o dei mezzi di trasporto come protesi delle gambe o ancora - si potrebbe aggiungere - effetti prodotti dai computer come protesi del cervello umano. Tuttavia, è anche innegabile che gli effetti della trasformazione creano forme di schiavitù striscianti per combattere le quali necessita studiare e comprendere i mezzi di comunicazione di massa nonché le strutture informatiche che le veicolano, per impossessarsi della loro filosofia, per controllarli in modo da non esserne dominati, estendendo parimenti la globalizzazione oltre il solo consumismo economico. Queste idee con i suoi oggetti informatici e i suoi concetti di globalizzazione dell'umanità, erano assenti nel mondo di McLuhan, ma sono teoricamente possibili nell'*effetto McLuhan*. Queste idee furono riprese dall'americano Joshua Meyrovitz⁵⁰, negli anni Ottanta. Meyrovitz ha avuto il pregio, dovuto ai mutamenti avvenuti nei vent'anni successivi all'opera di McLuhan, di includere nella metafora (*effetto McLuhan*) anche gli

⁵⁰ J. Meyrovitz, *Oltre il senso del luogo (No sense of place)*, 1980, Baskerville, Bologna, 1992; si veda pure l'opera dell'economista Harold A. Innis, *Le tendenze della Comunicazione*, Sugarco, Milano, 1983.

effetti e le rivoluzioni prodotte dal computer e quindi di aprire la metafora anche verso le attuali operazioni di digitalizzazione, unificatrici dei vari tipi di media. Si è pertanto aperta una grande finestra su un intero mondo, non del tutto reale e sempre più tendente al virtuale, costituito dalle molteplici holding delle comunicazioni. La nostra partecipazione, sia pure in tempo reale, a condividere l'intero mondo comunicativo sarebbe del tutto illusoria. L'avvento di questa immersione nel mondo della comunicazione ha creato quella comunità allargata, sparsa sulla faccia della terra, alla quale abbiamo dato il nome di *villaggio globale*, sede permanente di differenti forme di interazioni e cooperazioni, ma anche di profondi conflitti, che sembrerebbe essere una novità radicale. Se il villaggio globale sia stato o meno realizzato e in che senso le interazioni sono conseguenza dei conflitti prodotti è un dibattito aperto. Ci si chiede naturalmente quali siano, per l'uomo occidentale, che ne è il fruitore, i reali o apparenti benefici, non disgiunti da profondi traumi psicologici e sociali e magari uniti ad una nostra perdita individuale della capacità comunicativa, fenomeni questi che appaiono complessi ed interessanti per lo studioso.

Ne deriva così anche un disturbo delle identità o, se non altro, della forma unitaria dell'identità: si abbattono le separazioni tra le vite di uomo e donna, di adulto e bambino, si mescolano le razze, i retaggi, le tradizioni, gli stili di vita, i livelli di reddito ma anche, a causa dei continui confronti, si mescolano le contraddizioni e i conflitti profondi. La parità dell'accesso all'informazione sembra però renderci simili, ma anche fortemente intolleranti alle differenze e perennemente alla ricerca di identità private forti e forse rassicuranti. Giorello, nel libro "Di nessuna Chiesa" afferma che "*La tolleranza non è un'utopia irrealizzabile in alcun luogo e alcun tempo, ma uno strumento efficace perchè possa nascere e conservarsi una società libera e aperta - libera, in quanto ammette per qualsiasi opinione o forma di vita il diritto a una pubblica difesa; aperta, in quanto è costitutivo del patto il rispetto di chi opta per entrare come di chi opta per uscire. Occorre ricordarlo oggi più che mai [...]*". Ancora,

tanto più ci immergiamo nel mondo dell'informazione ampia e condivisa proveniente dal *villaggio globale*, tanto più si evidenzia la nostra militanza nella cosiddetta *folia delle solitudini*. Dallo stato apparente di cittadini del mondo acquistiamo lo stato di sudditi passivi, spettatori malati d'indifferenza, privi di solidarietà e confronti, al limite schiavi del *villaggio globale*⁵¹ e militanti nella *folia delle solitudini*.

In effetti questa metafora, o effetto, che sembra essere frutto di un processo attuale del mondo di oggi, ha prodromi e radici molto antiche. Come spesso accade, conviene dare uno sguardo alla civiltà dei Greci ed allo sviluppo politico e sociale che si aveva al tempo di Socrate e Platone. Anche allora, in una zona del mondo meno vasta, con i mezzi di comunicazione di allora, esisteva un limitato villaggio globale, precursore di quel villaggio globale molto più ampio rappresentato dall'Impero Romano. L'unione dei Greci non era politica e nemmeno religiosa, era invece basata sul linguaggio comune, sull'oralità e sul denaro, anch'esso comune, e quindi sull'economia: in altre parole la loro unione era dovuta alla comunicazione in un prototipo di mercato/villaggio globalizzato. I dialoghi di Platone diedero il via ad una cultura scritta che si distanziava dalla cultura dell'oralità dei tempi del mitico Omero. Duemila anni dopo Johannes Gutenberg inventa la stampa, con più fortuna dei suoi predecessori cinesi, il libro si diffonde e nascono le biblioteche, veri e propri mausolei della cultura. Sono trascorsi 500 anni da allora, dalla nascita del libro, del libro per tutti ed esso (libro) ha svolto e continua a svolgere un grande ruolo nella diffusione della cultura. Sono stati proprio i libri i primi oggetti della globalizzazione, ed è stato Amazon uno dei primi grandi poli dell'*e-commerce*, pensato come commercio/mercato globalizzato.

Nella storia dell'uomo, spesso, a seguito dell'avvento di regimi totalitari e dopo i momenti iniziali di persecuzione fisica, sono seguiti momenti di persecuzione ideologica. Nella logica del potere non era sufficiente aver disperso ed isolato i rappresentanti del vecchio ordine sociale, magari sradicandoli dai luoghi di nascita e allontanandoli

⁵¹ A riguardo è interessante leggere l'opera di George Orwell, *1984*, pubblicata nel 1948, oppure vedere il film di Michael Radford: *Orwell 1984* (uscito nel 1984). Si veda una recensione del film nel nostro sito www.apav.it, sezione "Scienze, Comunicazione e società" voce "cinema".

dalle tombe degli antenati, dopo averli sottomessi ed umiliati; occorreva fare anche la guerra alle loro idee e ai sistemi con i quali le stesse erano veicolate. Il libro era uno di questi veicoli, anche, e specialmente, prima della stampa. Alla luce delle osservazioni attuali, si operava quindi, una vera e propria lotta contro un'eventuale globalizzazione tra vecchie e nuove idee: erano solo le idee dei vincitori ad avere il sopravvento in una società che si chiudeva in sé.

Si ricorda, nel contesto, il famoso *rogo dei libri* del 213 a.C. in Cina. Siamo nel periodo che va dal 220 al 200 a.C. e la dinastia Qin soppianta il vecchio regime, prendendo il sopravvento sulla dinastia Zhou. L'imperatore Li Si, ordinò il rogo di tutti i libri, mise al bando tutte le scuole di pensiero, ivi comprese quelle di pensatori non confuciani. Si salvarono ben poche opere con l'esclusione di pochi selezionati volumi, da conservarsi nella biblioteca della capitale, la cui consultazione sarebbe stata assolutamente riservata. Si salvarono dal rogo i libri di medicina, agricoltura e divinazione, che servivano alle necessità pratiche. Il patrimonio letterario cinese riportò immensi danni da questo grave momento inquisitorio, danni resi ancora più pesanti dall'incendio che qualche anno dopo avrebbe distrutto Xianyang, e, con essa, la biblioteca che conteneva le poche copie superstiti di quella cultura. Quello che oggi è conosciuto dell'antica letteratura cinese proviene da copie coraggiosamente nascoste o ricostruite a memoria, da letterati del tempo, all'avvento della dinastia successiva, la dinastia Han.

Altri momenti interessanti sono anche quelli relativi ai roghi dei documenti delle Logge massoniche operati in varie epoche della storia. In vari momenti questa società o gruppi di società, sparse sulla faccia della Terra, hanno dato l'idea di un villaggio globale sotteso nelle società esterne di tutti i tempi. Tipica fu la distruzione, ad opera del regime fascista attorno al 1925, dei materiali esistenti nelle Logge o sedi massoniche italiane. Una delle cause di questi roghi di documenti fa sì che oggi vi sia una grande difficoltà ad effettuare ricerche storiche in questo settore, ancora inesplorato della

filosofia e metodologia di queste aggregazioni che - deviazioni a parte - dall'Illuminismo ad oggi continuano a lavorare a favore di una promozione verso la centralità dell'uomo nel suo evolvere e sul rafforzamento dei valori individuali così necessari attualmente nella confusione della globalizzazione, che rende l'uomo profondamente solo⁵² nella virtualità che lo conduce verso il villaggio globale.

Il film *Fahrenheit 451*⁵³ diretto da François Truffaut nel 1966 e tratto dall'omonimo bestseller di Ray Bradbury, prolifico autore di Scienza Fiction, è uno dei capolavori, nella sua versione anni sessanta, sul "rogo dei libri". Il film narra di un, si spera, improbabile futuro, dove la legge vieta la lettura dei libri ed attrezzate squadre sono adibite alla distruzione mediante fiamme alla temperatura di appunto 451 gradi fahrenheit. Il protagonista Montag (Oskar Werner) è uno di questi rassegnati uomini agenti anti-libro, sposato con una donna tranquilla e conformista. Conoscendo un professore ribelle (Julie Christie, attrice che interpreta anche la rassegnata moglie) e collezionista di libri, l'uomo è costretto a compiere scelte e analisi di realtà. Le scelte sono tra l'amore per i libri e la legge che rappresentava, simbolicamente tra le due donne, stessa faccia di differenti medaglie. L'amaro finale lo conduce nelle foreste in gruppi patologicamente impegnati nella conservazione del libro.

⁵² Si vedano i film "L'uomo che volle farsi Re" (da un racconto di Kipling) e "Un borghese piccolo piccolo" con Alberto Sordi, le cui recensioni "massoniche" si possono leggere in www.deacademia.it un sito nel quale possono trovarsi anche interessanti FAQ relative alla Massoneria.

⁵³ Un recensione di *Fahrenheit 451* si può trovare nel sito www.apav.it, sezione "Scienze, matematica e società" voce "cinema". È bene non confondere questo film con "Fahrenheit 9/11" di Michael Moore, vincitore della Palma d'oro Cannes e che riguarda l'11 settembre (9), ovvero i 112 minuti che hanno sconvolto il mondo e le pieghe nascoste (secondo Moore) della politica estera di Bush.

*"L'Open Source è qualcosa di più di un ambiente operativo
a codice aperto, gratuito ed estremamente versatile.
È una cultura e una filosofia di vita"*

Richard Stallman

Quando nacque Internet, il personal computer era ancora un'entità di là da venire. Se da un lato l'introduzione nelle case dei calcolatori "personali", oltre quelli giganteschi - per dimensioni fisiche - a disposizione dei centri di ricerca e del mondo militare, ha portato velocemente all'introduzione di una nuova filosofia d'uso rispetto a quella che li considerava meri dispositivi di computazione, dall'altro la protezione attraverso brevetti, ne ha limitato fortemente lo sviluppo ed il potenziamento. Per circa venti anni, infatti, le migliori sui dispositivi automatici erano dovuti quasi esclusivamente a fattori commerciali, di certo non sociali o ispirati alla democrazia digitale. Ma Internet, dal momento in cui sorge nelle università americane, al momento in cui trova la sua massima espressione di sviluppo attraverso le tecnologie per il Web, si presenta con una chiave di lettura libertaria, anarchica, volta alla collaborazione, fino al punto di diventare forma di espressione comunitaria.

A questo proposito crediamo sia sufficiente ricordare come i linguaggi di comunicazione effettivamente usati dai calcolatori della rete Internet, in genere denominati con la sigla di *suite TCP/IP*, siano nati senza fini commerciali. Certo, c'erano degli interessi militari, ma lo spirito che ha sostenuto la codifica di questi protocolli di comunicazione non era legata soltanto a questi scopi. Ad esempio le specifiche con le quali viene descritto il funzionamento di questi linguaggi di comunicazione, sono state stilate - in modo del tut-

to volontario - dalla comunità degli sviluppatori, tra cui figurano anche quegli esperti informatici denominati *backer*, molto spesso giovanissimi, superficialmente additati come ladri di informazioni. Sono migliaia le singole specifiche, una per ogni particolare protocollo di comunicazione. E pertanto questi ultimi prendono la forma di *RFC (Request for Comment)* ovvero di documenti che illustrano le specifiche tecniche. Ancor di più, la suite TCP/IP che identifica Internet in modo normativo, è divenuta *standard* di fatto ed è stata fin dall'inizio distribuita nei personal computer senza alcun tipo di corrispettivo economico.

È quindi naturale, a nostro avviso, che le stesse tecnologie della rete Internet, nate nello spirito della collaborazione e della partecipazione volontaria senza fini di lucro - o almeno senza fine lucro in modo diretto - abbiano poi contribuito ad abbattere quelle muraglie costruite dagli interessi commerciali e multinazionali nel campo delle tecnologie dell'informazione.

3.1. Che cos'è l'open source

Letteralmente *open source* (OS) significa "codice aperto" e identifica tutti quei programmi la cui caratteristica è di non essere legati al copyright di case produttrici, ma di essere virtualmente disponibili al libero uso e più precisamente il cui codice sorgente che compone il programma è lasciato alla disponibilità di ulteriori sviluppatori, in modo tale che con la collaborazione nello sviluppo dell'applicazione in oggetto, il prodotto finale possa raggiungere un alto grado di complessità e dunque avere anche una più solida robustezza in fase di esecuzione. In pratica è, dunque, un modello di sviluppo basato sulla "apertura" a cooperare e a riciclare esperienze nel mondo dell'Information Technology.

In realtà fin dagli albori dell'informatica, la condivisione di codici e

conoscenze al fine di programmare i computer, è stata una esigenza che i programmatori hanno sempre soddisfatto, anche quanto i computer erano davvero pochi e tutti i linguaggi erano diversi tra loro. Analizzare la nascita dell'open source non è tanto interessante quanto studiare, al contrario, la nascita del software proprietario. La nascita del software proprietario diede, in qualche maniera, avvio alla distinzione tra software libero e software proprietario. Uno dei primi software non più liberi ed riutilizzabili sul mercato fu costituito da UNIX, progettato da AT&T e la distribuzione di tale sistema operativo permise di usare logiche tipicamente commerciali.

3.2. La Free Software Foundation e il progetto GNU

La pratica di non rendere più disponibile il software sorgente venne messa in uso quando sorse l'esigenza di implementare la segnalazione automatica di problemi con la carta inceppata preso una stampante del MIT. Tale esigenza non poté essere risolta direttamente dai programmatori del MIT, quindi si dovette chiedere alla ditta fornitrice di sviluppare tale funzionalità. Si diffuse così la pratica suddetta e cioè di non rendere disponibili i sorgenti dei programmi, trasformando così lo sviluppo del software in un vero e proprio mercato. Nacque di conseguenza l'esigenza di firmare accordi di non divulgazione (i famosi NDA, ovvero Non-Disclosure Agreement).

Proprio uno dei ricercatori del MIT, Richard Stallman, non si trovò in accordo con questa nuova tendenza, e decise nel 1985 di fondare la più famosa organizzazione senza scopi di lucro oggi presente nel panorama informatico: la Free Software Foundation (FSF). Tale organizzazione si pose principalmente due obiettivi: quello di sviluppare e distribuire software libero e quello di progettare ed implementare un nuovo sistema operativo, compatibile con UNIX, ma distribuito con una licenza totalmente permissiva, il cui codice

sorgente era del tutto libero e aveva tutti gli strumenti necessari per personalizzarlo.

Quest'ultimo obiettivo prende il nome di GNU (acronimo ricorsivo "GNU's Not UNIX"), nato per contrastare, in qualche modo, direttamente UNIX.

"L'obiettivo principale di GNU era essere software libero. Anche se GNU non avesse avuto alcun vantaggio tecnico su UNIX, avrebbe avuto sia un vantaggio sociale, permettendo agli utenti di cooperare, sia un vantaggio etico, rispettando la loro libertà."

Nello sviluppo del progetto GNU ricordiamo l'implementazione di software famosissimi, quali il compilatore gcc e l'editor di testo Emacs. Furono sviluppate anche tante altre componenti. Il costo per entrare in possesso di GNU era di 150 dollari (costo che occorreva a Stallman per pagare i programmatori ingaggiati dalla FSF). Nell'acquisto di GNU vi era però un'unica condizione da rispettare è cioè: "che tutte le modifiche eventualmente effettuate su tali programmi venissero notificate agli sviluppatori". Prese così vita la GNU General Public License (GPL). Di seguito la citazione di alcune righe della licenza: "Le licenze per la maggioranza dei programmi hanno lo scopo di togliere all'utente la libertà di condividerlo e di modificarlo. Al contrario, la GPL è intesa a garantire la libertà di condividere e modificare il free software, al fine di assicurare che i programmi siano "liberi" per tutti i loro utenti."

3.3. La filosofia dell'open source e le tre "libertà"

Il sistema open source si basa su alcune libertà fondamentali condivise da tutti gli utenti:

- la libertà di studiare il suo funzionamento e di adattarlo;

- la libertà di condividerlo;
- la libertà di migliorarlo e di ridistribuirlo.

La filosofia dell'*open source*, in estrema sintesi, consiste nel garantire licenze libere per tutti gli utenti, consentendo a chi lo desidera di apportare miglioramenti, con meno restrizioni possibili. Tali considerazioni ci permettono di comprendere perché l'*open source*, si sta dimostrando sempre più indispensabile per il mondo della Rete. Solo per fare qualche esempio, i software aperti sono utilizzati in più del 70% dei server di Internet, gestiscono la maggior parte del traffico di e-mail nel mondo e rappresentano la base di appoggio del motore di ricerca leader del Web, Google. L'*open source* è un vero e proprio pilastro dell'economia della Rete, che sta costringendo sempre più aziende a rivedere i propri modelli di business e che ha attirato l'attenzione di grandi colossi del settore come IBM, HP e Sun. Secondo alcuni analisti, il successo del software libero non risiederebbe tanto nella nobile volontà di arricchire la comunità internettiana, quanto nella possibilità offerta dall'*open source* di veicolare la vendita di altre tecnologie. Altri ritengono, invece, che il suo successo sia soprattutto da intendere come segno inequivocabile del cambiamento dei tempi e del fatto che i software stiano diventando un bene di consumo di massa, al pari del PC negli anni '80. Quale che sia il modo giusto di interpretare il fenomeno, non c'è dubbio che "gli interpreti" del software libero sono in continuo aumento. Tralasciando di entrare nei particolari di Linux, ormai unanimemente riconosciuto come leader indiscusso, altri programmi aperti si stanno affermando nell'arena dei sistemi operativi e non, primo fra tutti *Apache*, progetto nato nel 1995 nell'Illinois National Center for Supercomputing Applications e che ora è diventato il programma leader per la fruizione dei contenuti tramite browser Internet. Non meno importanti altri progetti come Sendmail, che oggi controlla il 40% del mercato degli e-mail server, o del Berkley Internet Name Domain (BIND), che gestisce gran parte dei proce-

dimenti che portano alla traduzione degli indirizzi Web dalle parole comuni ai numeri; non da meno è *MySQL*, database server diffusissimo per la gestione di database e dati relazionati tra di loro. Una schiera in continua evoluzione che sembra non essere minimamente intaccata dalle azioni legali in materia di copyright che ogni tanto, regolarmente, aziende più o meno affermate decidono, a torto o a ragione, di promuovere.

3.4. Internet e l'open source

Nella terra natale di Internet, non è un caso che si stiano affermando, oramai da alcuni anni, le tecniche di costruzione aperta. Come già detto l'*open source* utilizza licenze libere (ad esempio le già citate licenze GNU) e appare un simbolo di autentica democrazia informatica, in quanto il singolo o il gruppo, che soprintende alla elaborazione degli ipertesti, li progetta come potenzialmente fruibili da altri, i quali possono, volendo, ulteriormente migliorarli, in una crescita teoricamente (e praticamente) senza fine.

Tuttavia, all'inizio degli anni Novanta, il progetto GNU non aveva ancora raggiunto il suo obiettivo principale, mancando di completare il kernel del suo sistema operativo (HURD). Per sopperire alla mancanza del kernel William e Lynne Jolitz riuscirono a fare il porting di UNIX BSD su piattaforma Intel 386 nel 1991, e Linus Torvalds, studente dell'Università di Helsinki (anch'esso nel 1991 e su piattaforma Intel 80386), nel tentativo di progettare un sistema operativo alternativo a quelli delle multinazionali, trovandosi di fronte ad una mole di lavoro al di sopra delle possibilità di qualsiasi singolo individuo, ebbe l'idea di pubblicare il suo lavoro su internet e di dichiararlo disponibile a qualsiasi modifica, integrazione o suggerimento volto a completarlo o migliorarlo. Nacque in questo modo il primo sistema operativo libero: Linux. In pochi anni Linux

si diffuse al punto da creare una vera e propria comunità di programmatori che da ogni parte del mondo ne curano lo sviluppo e la continua innovazione. La caratteristica essenziale di Linux, come di tutti i software liberi, è l'apertura del codice sorgente, ovvero la possibilità, da parte di chiunque, di intervenire sul software per modificarlo in funzione di specifiche esigenze operative.

3.5. Il software libero

I termini *open source* e *software libero* vengono normalmente utilizzati per identificare software il cui codice sorgente può essere liberamente studiato, copiato, modificato e ridistribuito. In particolare, la definizione di software libero proposta dalla FSF recita testualmente: "L'espressione 'software libero' si riferisce alla libertà dell'utente di eseguire, copiare, distribuire, studiare, cambiare e migliorare il software".

Più precisamente, esso si riferisce a quattro tipi di libertà per gli utenti del software:

- libertà di eseguire il programma, per qualsiasi scopo (libertà 0);
- libertà di studiare come funziona il programma e adattarlo alle proprie necessità (libertà 1). L'accesso al codice sorgente ne è un prerequisito;
- libertà di ridistribuire copie in modo da aiutare il prossimo (libertà 2);
- libertà di migliorare il programma e distribuirne pubblicamente i miglioramenti, in modo tale che tutta la comunità ne tragga beneficio (libertà 3). L'accesso al codice sorgente ne è un prerequisito.

È importante comunque fare distinzione tra i termini *open source* e *free software*, infatti questi non sono affatto considerati sinonimi.

In realtà essi si riferiscono a filosofie ed approcci diversi:

- *Free software*. Secondo la FSF di Richard Stallman, il software deve essere libero non in quanto gratuito, ma per una questione etica e di principio. “L’*Open Source* - sostiene Stallman - è qualcosa di più di un ambiente operativo a codice aperto, gratuito ed estremamente versatile. E’ una cultura e una filosofia di vita”. Esistono una serie di diritti dell’utente del software che devono essere adeguatamente tutelati; il software deve essere “libero” per questi motivi prima ancora che per motivi di carattere economico e di mercato.
- *Open source*. La comunità del software open source condivide in larga misura le posizioni del mondo del software libero, ma più che indugiare sugli aspetti etici, fonda le proprie scelte e motivazioni su considerazioni di carattere tecnico-economico. Secondo i sostenitori di tale software, le motivazioni tecnico-economiche sono sufficienti a giustificare la necessità del software aperto/libero.

Esistono poi diverse altre varianti sul tema che sottendono diverse forme di licenza e modelli alternativi, che in qualche modo si rifanno alla condivisione del codice sorgente.

In particolare, è stato proposto il concetto di *community sourcing* per indicare una qualche forma di condivisione controllata di codice all’interno di una comunità. Si rimanda ad altri testi e riferimenti per un’analisi dettagliata delle diverse proposte e alternative disponibili. Si noti che *open source* e *free software* non sono sinonimi di “gratuito”, appena sopra abbiamo ricordato che la prima versione di GNU aveva un prezzo di acquisto che, per quanto basso, si aggirava intorno ai 150 dollari. L’idea di fondo è che quando un utente è entrato in possesso di una copia di un programma libero (che deve necessariamente includere il codice sorgente e non solo l’eseguibile) ha il diritto di utilizzarlo secondo quanto previsto dalla licenza. Ovviamente, le licenze open source prevedono vincoli che regolano tale processo. Per esempio, la licenza GPL (General Public Licence)

imponere che software sviluppato e integrato con software GPL sia anch'esso GPL. Si invita chi fosse interessato ad approfondire, a confrontare i principi ispiratori della definizione di software libero della FSF, orientati alla difesa dei diritti degli utenti, con quelli che ispirano la direttiva 2001/29/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sull'armonizzazione di taluni aspetti del diritto d'autore e dei diritti connessi alla società dell'informazione. In pratica tutti i diritti riconosciuti all'utente dalla FSF sono esplicitamente indicati come pratiche illegali quando si tratta di materiale coperto da copyright.

4. I prodromi della comunicazione e dell'informatica

61

Volendo percorrere un affascinante viaggio attraverso il tempo per cogliere le tappe storiche nelle quali individuare i prodromi della comunicazione e dell'informatica, vediamo, a ritroso, che le idee che hanno condotto a concepire i computer sono nate e si sono sviluppate soltanto negli ultimi due secoli ed in particolare per la loro costruzione sono stati decisivi gli sviluppi degli ultimi 50 anni che ci hanno condotti ai sofisticati calcolatori che oggi conosciamo. Lo sviluppo dell'informatica, nell'era contemporanea, è stato esponenziale e la sua accelerazione non sembra arrestarsi a differenza di altre discipline scientifiche che hanno avuto periodi di incubazione più o meno lunghi. Ma anche l'intera teoria della comunicazione deve ad alcuni momenti salienti della storia dell'umanità i suoi fondamenti. In questa parte vogliamo analizzarne due in particolare ovvero il passaggio dalla oralità mimetico-poetica, tipica dei poemi di Omero e di Esiodo, alle opere scritte, conservate e diffuse quali quelle di Platone il cui pensiero ci è pervenuto per intero (400-300 a.C.) e la creazione e diffusione dei caratteri a stampa con la conseguente nascita del libro e delle biblioteche (1400-1500). In essi vanno ricercate le radici dello sviluppo umano per come lo vediamo realizzato oggi nella società della comunicazione e dell'informazione. Questi due passaggi costituiscono due interessanti salti epistemologici nel tema della conservazione e comunicazione dei saperi. Nel capitolo tratteremo anche il "sogno" di Leibnitz, l'Arte della Memoriae lo sviluppo della piccola "robotica" meccanica del Medio Evo, prodromi questi dell'Informatica e dell'I.A. (Intelligenza Artificiale).

4.1. Il pensiero e l'opera di Platone

Platone⁵⁴ nacque ad Atene nel 428 a.C, durante l'80.ma Olimpiade, il giorno 7 di Targelione (tra maggio e Giugno), quasi alla morte di Pericle (429 a.C) e all'inizio della guerra del Peloponneso. Portava il nome di Aristotele (nonno paterno) mentre Platone non era che un soprannome.

Suo padre si chiamava Aristone e sua madre Peritone era sorella di Carmide, elemento di spicco nel governo oligarchico dei "trenta Tiranni" di Atene. Platone era essenzialmente un aristocratico, imparentato con eminenti persone del governo oligarchico e la sua posizione sia sociale che familiare non fece sì che amasse la democrazia. Diviene a vent'anni allievo di Socrate, che amava e rispettava profondamente e che fu condannato da una rinata democrazia. Si può comprendere come Sparta fu per Platone un riferimento maggiore che non la stessa Atene. Importanti sono i suoi viaggi. Visita l'Egitto, Cirene e la Magna Grecia. A Taranto diviene amico del pitagorico Archita, a Siracusa ebbe non lievi contrasti con Dionigi il vecchio, allora tiranno di Siracusa, mentre ebbe ottimi rapporti con Dione, il cognato del dittatore, il quale condivideva il pensiero di Platone.

Nel 387 rientra ad Atene e fonda una scuola che viene chiamata *Academia*, in onore dell'eroe *Academo*, al quale era dedicato il parco ove sorgeva la scuola. Alla morte di Platone, nel 348 a.C., il nipote *Spisippo*, figlio della sorella *Potone*, gli succede nella direzione della scuola.

4.1.1. L'universo greco : un affresco dell'epoca

I Greci non hanno mai chiamato se stessi "greci". Essi usavano il termine "Hellenes" attribuito loro da Esiodo dopo il 700 a.C. Nei

⁵⁴ Non ci si meravigli che si proponga ad un allievo di Scienze della Comunicazione una lettura, sia pur breve, dell'opera di Platone. Tuttavia va notato che molte delle problematiche, anche connesse con il mondo della Comunicazione e dell'Informatica, che un nostro allievo incontra, derivano dalla Filosofia, ed in particolare sono presenti in aspetti delle opere di Platone. Platone è anche il più antico filosofo la cui opera ci sia pervenuta, e un pensatore poderoso e filosofi antichi e moderni si sono sempre cimentati con i raffrontarsi con le sue idee. Conoscere il suo pensiero è un sapere di base fondamentale, qui riassunto per voi.

poemi omerici: l'*Iliade* e l'*Odissea* (i libri che di fatto ne fondano la comunità) vengono usati più nomi, legati alle loro regioni, come quelli di Achei, Argivi, Danai, Micenei, Panelliani. La storicità di Omero e della guerra di Troia, collocata da Eratostene nel 1182 a.C., non furono mai messe in discussione, anche prima che Heinrich Schlieman trovasse le rovine di Micene (1870) e di Troia (1876).

I primi ritrovamenti riguardano la civiltà delle comunità di Mallia, Festo, Cnosso dove, attorno al 1200 a.C., si era sviluppata un'importante cultura dei palazzi. Il palazzo di Cnosso fu ritrovato da Arthur Evans nel 1900. Oltre che a Creta, altri reperti sono stati trovati a Cipro, in Asia minore, a Mileto, in Sicilia e Sardegna e nell'Italia meridionale. Nel 1952 Michael Ventris, riuscì a decifrare le tavolette della cosiddetta "lineare-B", un'iniziale forma di greco, che ci ha fornito informazioni su luoghi, nomi di divinità, funzioni sociali, inventari, registri giuridici e quant'altro a testimonianza di tale fiorente società. Tra il 1100 e l'800 a.C. vi fu un periodo oscuro, nel quale vennero distrutti palazzi e città, si perde l'uso della scrittura, scompare la cultura. Attorno al 750 a.C. inizia la prima colonizzazione greca a partire da Mileto in Asia minore e dall'Egeo. Si crearono un centinaio di colonie, tanto che Platone asseriva che, a quel tempo, "[...] i greci circondarono il mediterraneo come le rane fanno con uno stagno [...]". Rimanevano fuori solo i Fenici e i Cartaginesi.

La tipica forma d'insediamento fu la *polis*, una sorta di città-stato fortificata. Nella polis vi era una agorà (mercato), un tempio, un ginnasio (*gymnos* "nudo") per la pratica dello sport, che era una attività praticata senza vestiti. Erano preferiti i luoghi vicini al mare, e le città erano governate dai membri delle famiglie più influenti, esistevano delle assemblee popolari. Non vi fu una ricerca di unità politica nemmeno con Platone ed Aristotele, che avevano idee panelleniche. La loro unità era maggiormente dovuta alla lingua ed alla religione e perfino ad uno sviluppo di un sistema monetario che si fa risalire al 600 a.C.

Le prime monete furono coniate da Creso, re dei Lidi, e presto si

diffusero nell'intero universo greco di allora, favorendo il fiorente commercio dietro al quale vi era pure il lavoro degli schiavi. Vivevano nel V secolo a.C. ad Atene uomini di grande genio. Ricordiamo coloro ai quali si deve la nascita⁵⁵ del Teatro e della tragedia, con le opere di Eschilo⁵⁶ (525-456 a.C.) di Eleusi, Sofocle⁵⁷ (497-406 a.C.) e Euripide⁵⁸ (480-406) di Salamina, Aristofane⁵⁹ (445-388? a.C.), divenute dei classici fuori dei tempi. Le avventure degli Argonauti, di Dedalo ed Icaro, i destini di Edipo e Antigone, continuano ad essere ancor oggi al centro dell'attenzione letteraria. A partire dal 776 a.C. si registrano le Olimpiadi, antenate di quelle odierne, manifestazioni mondiali dell'esaltazione del corpo umano. I presocratici iniziarono a osservare la natura in modo filosofico, ricercando un elemento primordiale: *l'arabè*. I filosofi del tempo diedero le loro interpretazioni: Talete (624-548 a.C.) di Mileto, lo individuò nell'acqua; Anassimandro (Mileto 610-546 a.C.), fu sostenitore dell'esistenza di un elemento primordiale indefinito: *l'apeiron* e fu precursore dell'evoluzionismo di Darwin; *Anassimene* (Mileto sec. VI) lo individuò nell'aria intesa, come *soffio vitale*; Eraclito (576-480 a.C.) di Efeso lo individuò nel fuoco e con la sua "*panta rhei*" concepì il mondo come un sistema di opposti; Empedocle (490-432) di Agrigento, aggiunse la terra originando la teoria dei quattro elementi (acqua, aria, terra, fuoco) uniti o disgregati da Amore ed Odio. Il presocratico Anassagora (499-427 a.C.) di Clazomene sostenne che la natura è formata da particelle simili, le omeomerie, tratte dal caos da una mente ordinatrice. Ancora Leucippo (V sec) e Democrito (460-370 a.C.) di Abdera, fondatori della Scuola atomi-

⁵⁵ Lo studente che nella sua preparazione di base ha lacune in questi saperi di base relativi alla nascita e allo sviluppo del teatro greco perde momenti del sapere di profondo contenuto, tuttavia non è impossibile colmare questo aspetto del sapere, magari anche recandosi nella città di Siracusa per assistere alle rappresentazioni teatrali nel teatro del tempo, ancora operante in quella città, dopo essersi procurati una documentazione su ciò che vedranno ed udiranno.

⁵⁶ Eschilo muore a Gela nel 456 a.C.. Autore di 90 tragedie pervase dal senso religioso e dal fato e dal trionfo del bene. Ci sono giunte sette tragedie: *Le supplici*, *I Persiani*, *I sette a Tebe*, *Prometeo incatenato*, *la trilogia Orestide* (*Agamennone*, *Cleofora*, *Eumenidi*).

⁵⁷ Sofocle era religiosamente ortodosso. Ci sono giunte sette tragedie: *Antigone*, *Aiace*, *Edipo re*, *Elettra*, *Le Trachinie*, *Filottete*, *Edipo a Colono*.

⁵⁸ Euripide è autore di 92 tragedie delle quali ce ne sono pervenute 19. È il primo a rappresentare sulla scena passioni, sentimenti, ed interessi pinamente umani, perde d'importanza il coro a favore dell'individuo. Ricordiamo le seguenti: *Alceste*, *Medea*, *Le Supplici*, *Elettra*, *Ifigenia in Tauride*, *Oreste*, *Ippolito*, *Andromaca*, *Ifigenia in Aulide*, *Le Baccanti*, *Ecuba*, *Elena*, *Encele*. In particolare nelle Troiane, Euripide protesta contro le barbarie degli ateniesi che la guerra contro Sparta aveva reso crudeli e spietati operato dagli ateniesi, e contro il massacro, avvenuto nel 416 a.C., nella conquistata isola di Melos, alleata di Sparta.

⁵⁹ Aristofane è invece il poeta comico, prendeva in giro Socrate, i sofisti e i filosofi, pure appartenendo al loro circolo; nel Simposio Platone lo presenta in rapporti amichevoli con Socrate. Autore di 44 commedie delle quali ce ne sono pervenute 11. Tra queste: *Le Nuvole* (423 a.C.) satira della filosofia socratica.

stica, iniziarono - all'inizio del V sec. - a concepire una spiegazione meccanicistica del mondo.

Tali spiegazioni a volte ingenuie, culminarono pure con Pitagora (VI sec. a.C.) di Samo, e la sua scuola, che giunse alla scoperta dei numeri irrazionali e alla concezione della sfericità della terra.

Il più famoso maestro di Platone fu l'ateniese Socrate (469-399 a.C.). Socrate non scrisse libri, ciò che noi sappiamo di lui ci è stato tramandato da altri, specie da Platone. Gli insegnamenti ed i pensieri attribuiti a Socrate, noi li apprendiamo dai *Dialoghi* e dalle conversazioni riportate da Platone. Ancor oggi si discute se quanto Platone attribuisce a Socrate, sia il pensiero reale di Socrate o il pensiero che Platone interpretava nel maestro, forse taluno pensa che Platone ci ha tramandato il pensiero che lui desiderava il maestro avesse!

Con Socrate si può dire nasca la Filosofia. Egli si interroga sul come vivere una vita felice, nel senso moderno di vita realizzata, cui deve aspirare l'uomo. Per questo si interroga su quei concetti che ritiene valori basilari della vita umana quali i concetti di bellezza, bontà, giustizia, verità mettendo in discussione quasi tutti quei fatti usualmente dati per scontati, mettendo in dubbio ogni aspetto della vita, delle credenze e della società. Fu processato nel 399 a.C. con l'accusa di rinnegare le divinità riconosciute dallo Stato, di contestare le Istituzioni, di corrompere i giovani minando le figure genitoriali, ignorando in sostanza che rimuovere errori e preconcetti significa operare per tendere ad una verità!

4.1.2. Dall'oralità mimetico-poetica ai dialoghi di Platone

La Filosofia nasce in Grecia prodotta dalla "rivoluzione culturale" dei presocratici, per essere poi estesa dai sofisti a cerchie più ampie. La diffusione capillare è dovuta a Socrate ed alla sua ricerca della definizione, al suo "che cos'è?" Il culmine è toccato dall'opera di

Platone che, dalla cultura dell'oralità e dell'immagine, ci conduce alla fondazione del pensiero razionale, precludendo alla nascita della Logica che, sarà opera del suo allievo Aristotele.

La ricerca filosofica d'ogni epoca e d'ogni tempo si è confrontata con il pensiero di Platone e con il contenuto delle sue opere, in una crescente e continua osmosi di saperi. Tra Socrate e Platone si realizza comunque un cambio di rotta e di atteggiamento nei confronti della conoscenza e tale cambio ha tutte le caratteristiche di quello che oggi noi chiamiamo un salto epistemologico, tra una vecchia via del ragionare ed una nuova via del ragionare, non escludente la vecchia. Simbolicamente sintetizziamo questo taglio epistemologico, sostituendo l'atteggiamento "io mi identifico con Achille" dell'antica cultura dell'oralità mimetico-poetica con "io penso attorno ad Achille", simbolo questo del nuovo atteggiamento, della nascita di un modo di pensare filosofico e di una cultura filosofica, cultura che non esclude anche una identificazione del soggetto con l'oggetto, ma che non si riduce solo ad una passiva identificazione. Scrive Giovanni Reale.⁶⁰

"[...] La cultura greca arcaica era fondata sull'oralità mimetico-poetica e aveva come punti di riferimento i poemi di Omero ed Esiodo, [...] espressioni di tutta la gamma del sapere possibile della comunità [...] una vera e propria enciclopedia tribale. La tecnica della conoscenza si basava sulla memorizzazione dei versi poetici e sulla continua ripetizione di essi a differenti livelli.

La nascita della Filosofia tende a modificare radicalmente la terminologia e la sintassi della cultura dell'oralità mimetico-poetica. La ricerca filosofica si è formata prima come oralità dialettica che implicava domanda e risposta, capovolgendo la struttura precedente. In parallelo si è rafforzata la diffusione della scrittura, senza la quale la nuova cultura non si sarebbe potuta imporre, conservare e sviluppare [...]"

La metodologia dialettica parte così da Socrate e si esplicita nei Dialoghi di Platone. L'espedito originario era forse quello di chiedere di ripetere quel che si intendeva dire, costringendo l'in-

⁶⁰ Reale G., *Radici culturali e spirituali dell'Europa*, Scienze ed idee, collana diretta da Giorello G., Cortina R. Ed., Milano, 2003.

terlocutore a riformulare sempre meglio una enunciazione ritenuta non soddisfacente. L'utilizzo dell'ironia appare estremamente interessante. L'atteggiamento ironico è quello di un interlocutore che si mostra incapace a trattare l'argomento in questione e fingendosi ignorante conduce l'avversario a cadere in una contraddizione che ne riveli solo il presunto sapere. In Platone, nei suoi *Dialoghi*, si raggiunge quella forma evoluta di ragionamento logico e concatenato, che fanno sì, che l'opera di un così insigne maestro, come Platone, sia passata indenne, attraverso i secoli, attraverso tutti i grandi mutamenti che la cultura essenzialmente occidentale ha subito. Gli interessi dei filosofi vecchi e nuovi sembrano essere perennemente attratti, nel bene e nel male, da un'opera, quella platonica, che non possiamo che collocare fuori dal tempo.

L'opera del Maestro ci è giunta per intero, così anche il grande vigore che emana e che a quel tempo acquistò anche per merito dell'avvento della scrittura che operò la trasmissione scritta del sapere, attraverso i *Dialoghi*. La forma del dialogo cela in sé anche la scoperta della Maieutica, (dal greco *maientikè* o arte della levatrice, che Socrate eredita dalla madre levatrice). Nel *Teeteto*, Platone presenta un dialogo nel quale Socrate dice al giovane Teeteto:

“ [...] la mia arte di ostetrico in tutto il resto rassomiglia a quella delle levatrici, ne differisce in questo: che si esercita sugli uomini e non sulle donne. Provvede alle anime partorienti e non ai corpi. Ciò che costituisce il maggior vanto della mia arte è il poter mettere alla prova in ogni modo se la mente del giovane partorisce fantasma o menzogna, o qualcosa di vitale e vero. Il dio mi costringe a fare da ostetrico, mi vieta di generare. Io sono in me tutt'altro che sapiente... coloro che sono con me ne traggono un profitto straordinario. È chiaro che da me non hanno imparato nulla, bensì proprio e solo da se stessi molte cose e belle hanno trovato e generato [...]”.

La Maieutica appare così intesa come arte per stimolare gli allievi a cercare quella verità che, secondo Platone, ciascuno possiede nel

fondo dell'animo e che ciascuno presenta agli altri e anche a sé, coperta, se si vuole criptata, da opinioni false, pregiudizi e sovrastrutture di varia natura. La dialettica che si instaura con il Maestro aiuta l'allievo a far emergere il suo vero pensiero. Questa idea è importante anche se oggi si ritiene maggiormente che la Maieutica sia più applicabile a far emergere le risposte interne al nostro agire ed abbia più un'azione di tipo psicoanalitico che non di ricerca della verità. Due riflessioni ci sembrano importanti:

a) l'idea di verità in Platone e nel suo maestro Socrate non ci appare di tipo assoluto e nemmeno di tipo rivelato. La verità umana è qualcosa di soggettivo che ciascuno deve trovare in sé, o come dicono, nelle pieghe della propria anima, anche se Platone ritiene che ne esista un corrispettivo unico nel mondo delle idee. La verità ci appare oggi anche variabile o almeno aggiornabile, in funzione della dialettica che dall'esterno si esercita su di essa. Una verità attuale può essere demolita e ricostruita in modo differente, con l'acquisizione di ulteriori informazioni. È parere, di chi scrive, che non esistano delle verità ma solo eventi osservabili. Quando noi osserviamo un evento, traiamo varie osservazioni e conclusioni, le concateniamo e le interpretiamo. Tali interpretazioni sono naturalmente funzioni della nostra storia individuale, delle informazioni che possediamo e di quanto i nostri sensi ci consentano di vedere e capire. Se ogni coppia osservazione/conclusione osservata la chiamiamo sfaccettatura dell'evento, noi ci troviamo davanti ad un evento costellato da una miriade di sfaccettature. Raggiungiamo in tal modo una verità soggettiva come una *coppia evento-sfaccettatura osservata*⁶¹. Questa visione dinamica della verità ben si adatta alla vita odierna ed anche al mondo della scienza. Chi scrive ritiene pure che questa concezione, magari in modo meno formalizzato di quanto abbiamo scritto ora, appaia in quello che chiaramente è il *taglio epistemologico* creato da Socrate ed evidenziato da Platone ("mondo delle idee" a parte)⁶²;

b) un secondo aspetto che ci interessa rimarcare è l'atteggiamento che Platone fa assumere a Socrate quando ricorre al dialogo e

⁶¹ È fondamentale non appiattare l'idea identificando il termine *interpretare* con il verbo osservare, attivo il primo, forse passivo il secondo; l'idea di sfaccettatura come evento osservato e interpretato, chiarisce l'idea di verità nella sua parte soggettiva, una vera e propria interpretazione (una delle tante naturalmente). Platone con il suo mondo delle idee forse pensava che si potesse giungere a comprendere la totalità delle sfaccettature di un evento, cogliendone così l'essenza totale.

⁶² Cfr. fine par 4.1.3..

all'ironia. L'atteggiamento è quello di un moderno comunicatore, che oggi nella sua ricerca dei pareri, opera nel dibattito su ciascuno dei presenti per far ricercare i pareri ed opinioni entro il proprio io. Ancora, nel caso di gruppi di persone interagenti si tende a ricercare i pareri facendoli emergere dall'immaginario collettivo, così da ottenere sinergie non solo dalle singole personalità ma dagli interi gruppi, conducendoli a volte in contrasto, altre in alleanza tra loro. Tutto questo davanti ad un pubblico che, grazie agli attuali mass media, riesce ad essere sempre più ampio. Gli strumenti del tempo invece permisero solo a pochi privilegiati di servirsi degli scritti di Platone e dei contenuti dichiarati, sottintesi e forse nemmeno sospettati dallo stesso Platone.

4.1.3. La definizione, il mondo sensibile e il mondo delle idee

Ci occuperemo ora di alcuni aspetti che, assieme al cambiamento di rotta globale riteniamo i prodromi di una Filosofia della Scienza, in realtà già esistente nel grande pensatore. Platone tende a superare il contrasto tra la concezione dell'essere di Parmenide con quella del divenire presente in Eraclito. In realtà egli sembra applicare la logica eraclitea del divenire al mondo sensibile, riservando la logica dell'essere immutabile parmenidea al mondo delle idee. Egli quindi in un medesimo sistema filosofico fa coesistere due differenti logiche, una riguardante il concreto (mondo sensibile) l'altra indirizzata verso l'astratto (mondo delle idee). In un bel passo di Aristotele, tradotto nell'introduzione dell'opera di Valginigli riguardante *Il Fedone*, in una edizione pubblicata a Palermo nel 1921, ci viene brillantemente sintetizzato il pensiero platonico, da parole di Aristotele stesso:

"[...] dopo le dette filosofie ci fu la dottrina di Platone, la quale seguì in parte i Pitagorei, ma ebbe anche teorie sue proprie indipendenti dalle filosofie di costoro.

Da giovane egli ebbe anzitutto consuetudine con Cratilo e partecipò alle dottrine degli eraclitei, ritenendo che tutte le cose sensibili fluiscono perennemente e perciò di codeste non si può avere scienza; e si tenne anche in seguito di questa opinione. Come poi Socrate trattò di cose morali, e della natura in genere non si occupò affatto; e in queste cose morali ricercò l'universale e per primo fermò il pensiero sulle definizioni; Platone accolse il pensiero di Socrate, e capì, conseguentemente alla dottrina degli Eraclitei, che codesto definire doveva riguardare altre cose e non già le sensibili, non essendo possibile ci sia definizione universale di alcuna delle cose sensibili che mutano continuamente. E così queste tali altre cose chiamò idee, e le sensibili fuori di esse."

Secondo Platone è Socrate che, per primo, ricercava la verità nei concetti per dare solide basi alla morale. Dice a riguardo Aristotele⁶³:

"Essendosi Socrate occupato delle virtù morali, per primo cercò di definirle universalmente. Democrito aveva soltanto toccato delle cose naturali e così occasionalmente definì il caldo e il freddo; i Pitagorici anche avevano dato la definizione di alcune cose, le cui ragioni si riducevano a numeri: che cosa sia il tempo, il giusto, le nozze; egli sanamente e razionalmente si chiedeva: "che cos'è?" Infatti due cose possono attribuirsi di pieno diritto a Socrate, cioè i discorsi induttivi e la definizione universale: ambedue pertinenti ai principi della Scienza".

In questo passo si rinviene quindi una traccia per una breve storia della definizione, primo elemento base, per una nascente Filosofia della Scienza. Ci sembra che un momento focale tra Socrate e Platone, per una idea di corretta definizione, si possa individuare nell'intento della comprensione di un concetto di cui sia nota l'estensione. A riguardo del concetto di verità, per il quale abbiamo indicato il nostro modo di vedere in forma eventi e sfaccettature⁶⁴, vogliamo riportare ora un passo del dialogo di Platone intitolato "Il Menone", dialogo tra il vecchio Socrate e il giovane Menone, nel quale appare chiara l'affermazione da me fatta che forse in Socrate e Platone il concetto di verità era fortemente soggettivo, proprio nel senso da

⁶³ Cfr. trad. in De Santillana E., *Storia del Pensiero Scientifico*, Milano, 1932, p. 184.

⁶⁴ Cfr. par. 4.1.2. a).

noi definito. Il primo Socrate dice, "in modo chiaramente ironico" al secondo Menone: "[...] *gran ventura, o Menone, mi è toccata, che andando alla ricerca di una virtù, ne ho trovato uno sciamano presso di te [...]*".

4.1.4. La Teoria della Conoscenza, la seconda navigazione e il mito della Caverna

Alla fine del VI libro del dialogo *Repubblica* si parla della conoscenza. Una delle idee fondamentali in Platone (428-348 a.C.), a nostro avviso, risiede nel ritenere che la ragione ci possa dare certezze per concetti come bellezza, bontà, giustizia, verità esistenti realmente nel suo *mondo delle idee*: un mondo di realtà immutabile ed immutata⁶⁵ esistente al di là del mondo materiale. Anche se oggi, il mondo delle idee di Platone, è visto con grande scetticismo, non vi è alcun dubbio che al suo tempo il mondo delle idee e servito ad indicare la via delle definizioni e della comprensione dei concetti astratti. Inoltre è proprio cercando di comprendere il mondo delle idee che è stata stimolata una corretta riflessione in tutti i settori della vita umana. È nata di conseguenza quella corrente che prende il nome di *Idealismo*, corrente non sempre comprensibile con la ragione.

Con Platone nasce la prima razionale osservazione di una realtà soprasensibile e trascendente: "*vi sono molte più cose di quante la vostra filosofia limitata alla dimensione del fisico conosca*" ed è appunto nel *Fedone* che Platone indica il passaggio dal mondo fisico e dall'esperienza empirica del concreto a quel mondo che chiama *il mondo delle idee* e che conduce invece all'esperienza universale. Illustriamo il suo pensiero, dal *Fedone*, mediante la *metafora della seconda navigazione*. In un dialogo che si svolge nel carcere dove è stato portato Socrate e poco prima che egli beva la fatale cicuta, si legge:

⁶⁵ In questo aspetto rileviamo una contraddizione tra il suo vedere molteplici le verità umane, come afferma nel *Menone* e poi ritenere che esista una verità assoluta nel mondo delle idee, purché la si riesca a leggere.

“ [...] Come al calar dei venti, la cui forza rende possibile fino a quel momento la navigazione, gli antichi marinai per far procedere la nave ammainano le vele e pongono mano ai remi, così di fronte all'inadeguatezza del conoscere sensibile occorre abbandonare la realtà empirica e assumere nuovi strumenti: l'intelletto, il pensiero, il discorso, i soli in grado di mettere l'uomo a contatto con le idee.”

Partendo da tali propositi Platone si interessa alle dottrine dei naturalisti e alle “[...] cause di ciascuna cosa, sapere perché ciascuna cosa si genera, perché si corrompe e perché esiste ” e della necessità di cambiamenti di rotta e del tentare altre vie di ricerca. Così la navigazione è allegoria per l'intero scibile, e divengono esempi tutte le varie teorie costruite per spiegare perché la terra e le cose del cielo sono lì. Occorre attenzione nel navigare e occorre attenzione a non confondere il mezzo con la causa, occorre essere sempre pronti ad una seconda navigazione per spiegare e capire!

Platone distingue tra “opinione” (*doxa*) o conoscenza imperfetta della realtà o se si vuole conoscenza sensibile, imperfetta perché collocata a metà strada tra l'essere e il non essere e tra “scienza” (*epistēmē*) costituita da un sistema di proposizioni universalmente valide in ogni tempo e per ogni individuo, sistema che non può trovare fondamento nella sensazione empirica ma solo in oggetti stabili, con un'assoluta costanza nelle proprietà e nella struttura e corredate da uno strumento conoscitivo e/o logico-deduttivo adeguato. Una tale struttura può esistere solo nel mondo delle idee, per averla dobbiamo rivolgerci all'anima (psiche), anzi è utile per comprendere sempre nuovi oggetti di quel mondo e per capire la vera natura e la vera essenza di cose sensibili.

In questa visione Platone appare erede di Euclide e della sua costruzione razionale della geometria e anticipa il concetto di Scienza Dimostrativa del suo grande allievo Aristotele, con i suoi postulati di base immutabili ed esistenti per divina opera, corredate da quella che divenne per tutti, la *Logica Aristotelica*. Ci sembra banale ricordare che in questa logica e nel Principio del terzo escluso⁶⁶, che ne

⁶⁶ Aristotele riservava ai cosiddetti giudizi il principio del terzo escluso. Così i giudizi erano proposizioni vere o false e solo con essi si costruiva una Scienza Dimostrativa.

fornisce un'idea essenzialmente binaria, vi era un ulteriore pensiero di verità rivelata, alla quale tuttavia sembra credettero più gli aristotelici che non lo stesso Aristotele⁶⁷. L'idea ci guiderà per secoli fino all'Ottocento, periodo nel quale grazie ai ragionamenti sulle geometrie non euclidee e sulle logiche non aristoteliche, l'idea di insiemi di postulati arbitrari e di logiche polivalenti va a sostituirsi all'idea originale, dando il via a quelle meravigliose teorie che hanno, nella prova di Gödel, il giusto ridimensionamento della visione assiomatica della matematica, della logica e dei sistemi razionali in genere.

Nel valutare il legame tra mondo sensibile e mondo delle idee, Platone sembra preludere Carl Gustav Hempel. "Deve esservi - dice Hempel - un punto di falsificazione, che spiega il rapporto tra il teorico/mondo delle idee e l'empirico del mondo sensibile". L'allegoria di Hempel è interessante nel paragone con la conoscenza sensibile e con il mondo delle idee di Platone. L'allegoria si può sintetizzare come segue.

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, ...), i legami rappresentano le definizioni e le relazioni costanti. Da qualche parte della rete pende un filo che si collega all'empirico. Questo filo ci raffigura il *principio di connessione indiretta*. La riduzione dei neopositivisti che doveva essere diretta, in questo modello, 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, analizzandone solo una posizione limitata. Questo tipo di approccio, detto di sperimentazione olistica, è atto a mettere alla prova non solo la propria teoria ma l'intero paradigma, in esame, con tutte le teorie in esso inglobate.

Capito questo 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) (il termine objec-

⁶⁷ L'affermazione è suffragata dalla nota circostanza che Aristotele tenne in gran conto i cosiddetti *futuri contingenti*, come ad esempio "[...] l'anno venturo ci sarà una battaglia a Lepanto [...]". Si tratta del primo incontro con una frase indeterminato temporalmente ma che sarà un giudizio!

tum è usato nel senso di un termine che risponde ad una legge, se si vuole, che soggiace ad una definizione; il termine cosa è invece un termine indeterminato nella definizione ma individuato percettivamente come termine accettato da tutti), è come se avessimo una matrice dalla quale si ricavi tutto ed ancora permetta di vedere/intuire una varietà di cose ulteriori. Da ciò traspare la complessità e la polivalenza, appare inoltre la circostanza del come la scienza, mediante le sue operazioni di selezione, ha la viva capacità di de-strutturare e poi di ricostruire il reale.

Vogliamo qui ricordare un importante mito, quello della caverna, dovuto a Platone ed atto a spiegare la difficoltà e la radicalità del cambiamento richiesto all'uomo per intraprendere il cammino verso la conoscenza ed accedere al mondo delle idee.

Nella *Repubblica* l'attore è sempre Socrate che si rivolge a Glaucone, uno dei due fratelli di Platone e gli dice:

"[...] paragona la nostra natura , per ciò che riguarda educazione e mancanza di educazione, ad una immagine come questa. Dentro una dimora sotterranea a forma di caverna, con l'entrata aperta alla luce e ampia quanto tutta la larghezza della caverna, pensa di vedere degli uomini che vi stanno dentro fin da fanciulli, incatenati gambe e collo, si da dover restare fermi e da poter vedere soltanto in avanti, incapaci, a causa della catena, di volgere attorno il capo. Alta e lontana brilli, alle loro spalle, la luce d'un fuoco e tra il fuoco e i prigionieri corre rialzata una strada. Lungo questa pensa di veder costruito un muricciolo, come quegli schermi che i burattinai pongono davanti alle persone per mostrare al disopra di essi i burattini [...]"

È questo l'inizio del dialogo tra Socrate e Glaucone relativo all'allegoria della caverna. Questa allegoria vuole spiegare la conoscenza; nella caverna vediamo l'uomo chiuso ed incatenato, con le spalle rivolte alla luce, la testa bloccata in modo che egli sia impossibilitato a vedere le cose reali, condannato a vedere le ombre del reale che si proiettano sulla parete dell'antro. L'uomo una

volta liberato e portato alla luce, viene nell'immediato abbagliato, poi l'occhio si abitua.

"[...] giunto alla luce, essendo i suoi occhi abbagliati, non potrebbe vedere nemmeno una delle cose che ora son dette vere [...] dovrebbe, credo, abituarsi se vuole vedere il mondo superiore [...] alla fine, potrà osservare e contemplare qual è veramente il sole, non le sue immagini nelle acque o su altra superficie [...] Potrà concludere che è esso a produrre le stagioni e a governare le cose del mondo visibile essendo la causa di ciò che egli e i suoi compagni vedevano".

Così Platone, facendo parlare Socrate, indica che in una prima fase l'uomo ha una conoscenza solo sensibile, quella delle ombre, quando poi s'inoltra nella speculazione filosofica è disorientato, ha facilità d'errore; infine nella successiva fase è un cosciente contemplatore delle idee e del reale e tende a vedere le realtà più belle e sublimi, a vedere il sole e capire che è il bene!

Ancora ci si pone il problema della contemplazione del proprio passato, la vista dei propri compagni chiusi ancora nella vecchia prigione e agli onori e ai premi di quel mondo limitato⁶⁸, alla lotta sorda per stabilire chi tra loro potesse avere una visione superiore a quella degli altri, ma pur sempre inutile se guardata dall'esterno, come ora farebbe l'uomo libero dai vincoli iniziali. Ancora insiste Socrate, pensando ad un eventuale ritorno in catene dell'uomo libero reso nuovamente prigioniero, ma pronto a dire quello che ha visto:

"[...] se dovesse discendere nuovamente quelle ombre e contendere con coloro che son rimasti sempre prigionieri [...]. Non sarebbe egli oggetto di riso? Non si direbbe di lui che torna dall'ascesa con gli occhi rovinati e che non vale la pena di andar su? Cbi prendesse a sciogliere e a portar su quei prigionieri, forse che non l'ucciderebbero, se potessero averlo tra le mani e ammazzarlo".

L'allegoria della caverna, a nostro avviso, descrive la metodologia di un processo di conoscenza, tipico di un epistemologo e se si vuole

⁶⁸ Chi scrive ha avuto varie esperienze in questa direzione cambiando più volte ambiente, interessi di ricerca, se si vuole anche lavoro. Nell'adattarsi ad ambienti e ruoli diversi e riciclandosi in direzioni di ricerca diverse vi è una sorta di "fanciullino" che si riscopre in sé, che è contento del nuovo gioco in quel duplice motto che asserisce: "Il mutamento è vita, la stasi è vicina alla morte!".

di un filosofo della scienza quando si esamini una disciplina particolare, ma dall'esterno. Il primo atteggiamento è di ombre del sapere. Di tracce non del tutto consapevoli, di opinioni cieche, come il prigioniero della doxa, schiavo dell'opinione. Quando poi ci si libera dalle catene e si conquista una visione di luce e di bene si è di fatto osservato un evento e di questo evento si sono colte sfaccettature che prima non erano nel bagaglio informativo del prigioniero. L'idea del bene produce l'intelligibilità delle idee che pone l'essere al di là del suo cieco passato, ma che ricomprende il passato in una idea più generale. È una previsione di metodo quella di Platone, del tutto in sintonia con quella che sarà la scoperta delle geometrie non euclidee e con la conquista della teoria della relatività!

È interessante, nel concludere, gettare un ponte ideale tra Platone (428-348 a.C.) e Karl Popper (1902-1994) un ponte lungo 2300 anni! Popper affronta la visione delle crisi e rivoluzioni scientifiche come distruttive, ma apre uno spiraglio verso il trinomio *critica-correzione-abbandono* di una teoria, ribadendo che il punto di vista corretto è quello di rendere feconda la discussione critica!

In Popper è chiara l'idea che non esistono metodologie "per trovare teorie vere", aspetto che Popper considera una illusione della filosofia occidentale di Platone, Aristotele, Bacone, Cartesio, Stuart Mills fino ai suoi contemporanei⁶⁹. Popper, si spinge oltre, ritenendo ulteriormente che non esista un metodo per accertare la verità di una teoria, nemmeno quello per verificare se una teoria è probabile o probabilmente vera. Citiamo:

"Non credo alla teoria corrente che, allo scopo di rendere feconda una discussione, chi vi partecipa debba avere molto in comune. Al contrario, credo che più diverso è il loro retroterra, più feconda sarà la discussione. Non c'è neppure bisogno di un linguaggio comune per iniziare: se non ci fosse stata la Torre di Babele, avremmo dovuto inventarne una."

Ancora Popper, ironizzando sulla sua disciplina e al tempo stesso desiderando stupire con affermazioni che non possono che farci

⁶⁹ Cfr. Gillies D.-Giorello G., *La Filosofia della Scienza nel XX secolo*, Laterza, 1993, pp. 281-286.

pensare anche da angolazioni inesplorate, ci presenta osservazioni sempre più brillanti su:

- Inesistenza di verità permanenti e conoscenza dinamica.
- Adozione cosciente del metodo critico.
- Crisi e mutamenti del sistema.
- Ricerca e produzione di crisi e rivoluzioni nei sistemi.

“Di solito - dice Popper - inizio le mie lezioni sul metodo scientifico dicendo ai miei studenti che il metodo scientifico non esiste. Aggiungo che dovrei saperlo, visto che sono stato, almeno per un certo periodo, il solo e unico professore di questa inesistente disciplina nell'ambito del Commonwealth britannico.”

Ancora Popper sostiene l'idea che:

“la nostra conoscenza progredisce per tentativi ed eliminazioni degli errori, e che la differenza principale tra la sua crescita pre-scientifica e quella scientifica consiste nel fatto che a livello scientifico noi andiamo, consapevolmente, alla ricerca dei nostri errori”

ed ancora a riguardo

“è errato considerare la scienza soltanto come un che di statico. Lo sviluppo della scienza riveste il massimo interesse dal punto di vista metodologico; infatti, soltanto nel mutamento del sistema, nelle condizioni metodologiche del progresso scientifico si mostra chiaramente il carattere di una scienza che trae insegnamento dalla realtà e dall'esperienza.”

Oggi possiamo concludere che la metodologia dell'epistemologo vede l'uomo uscire dalla caverna e conquistare una luce, che, con il nostro linguaggio, non è altro che un insieme di sfaccettature/interpretazioni di un evento osservato. È contento, è fuori della caverna, al disopra! Secondo Platone, forse, era arrivato se era nel mondo

delle idee! Oggi, è questo il modello che vi proponiamo, un modello moderno, la cui luce e i cui nuovi compagni sono in una nuova caverna, un modello che ci fornisce delle ombre nuove, ombre che sono luce per la vecchia caverna. Il processo conoscitivo, se si vuole *iniziatico*, inizia di nuovo! Ha mai termine questo processo? Noi riteniamo di no e la conclusione meravigliosa ed amara è quella del maestro di Platone, il grande Socrate che asseriva, ironicamente, ma asseriva: “*so di non sapere!*”

4.2. La Logica: il sogno di Leibniz

I Cinesi non risulta che avessero, in tempi remoti, un'aritmetica speculativa, ma solo operativa. Nei loro libri di divinazioni utilizzarono chiaramente la numerazione in base due. In Europa questa idea apparve molto più tardi, parzialmente e forse vagamente, nell'opera del barone scozzese John Napier⁷⁰, ma fu poi ripresa, approfondita e sviluppata in modo completo da Gottfried Wilhelm Leibniz⁷¹. Tuttavia, facendo un passo indietro nel tempo, citiamo Raimondo Lullo (1234 -1315), che fu uno dei precursori della Logica Matematica ed esercitò un grande influsso sul pensiero di Leibniz. Ed è proprio Lullo, che aspira a costruire un procedimento meccanico, che ci permetta di ottenere in modo sistematico ogni deduzione a partire da principi dati. L'idea era parzialmente presente in Carneade⁷², il “*chi era costui?*” del manzoniano Don Abbondio e per certi aspetti se ne trovano tracce, circa duecento anni prima, anche nel pensiero di Socrate e Platone. Carneade, a quanto sembra, fu il primo a porsi nell'ottica che, nel costruire una teoria razionale non si può definire ogni oggetto, e quindi dimostrare ogni teorema, poiché ciò darebbe luogo ad un *regressum in infinitum*. Occorrono dunque dei punti di partenza accettati, che generalmente si dicono *postulati* (secondo Euclide), *principi dati* (secondo Lullo), *conoscenze*

⁷⁰ John Napier (1550-1617), matematico, inventore dei logaritmi e della trigonometria sferica. Il suo nome è anche noto nella forma italianizzata: Nepero.

⁷¹ Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), filosofo e matematico tedesco, inventore del calcolo infinitesimale (in contemporanea a Newton).

⁷² Carneade di Cirene (214-129 a.C.), fu uno dei fondatori della Nuova Accademia, ispirata alla Accademia di Platone (428-347 a.C.) fondata nel 387 a.C.. Carneade critica aspramente lo Stoicismo e la loro teologia ed accetta visioni in campo conoscitivo che preludono al probabilismo ed a visioni soggettive del concetto di verità.

innate (secondo Leibnitz), *rivelazioni divine* secondo altri. Nella costruzione logica di una Scienza, a partire da Aristotele, i postulati o le idee a priori, sono considerate, quasi universalmente, delle vere e proprie "rivelazioni divine". L'idea della immutabilità dei postulati comincia vagamente a cambiare con i dubbi di Newton e ancor più di Leibniz. La finalità comunque è sempre quella di dimostrare, o verificare, le conseguenze dalle premesse, quali che siano i motivi della accettazione delle stesse.

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

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

L'idea di sostituire al linguaggio ordinario un linguaggio logico adeguato ricompare in molti logici inglesi quali Augustus De Morgan (1806-1876), George Boole (1815-1864) che ne furono i realizzatori e nell'opera di Charles Sanders Peirce⁷³ (1839-1914), uno dei primi codificatori dei metodi abduitivi e dei processi di conoscenza indi-

⁷³ C.S. Peirce, filosofo fondatore del pragmatismo americano. Fu anche tra i fondatori della Logica Matematica.

ziari. Tutti costoro preludono ai lavori di quelli che saranno i grandi logici del XX Secolo quali Rudolph Carnap (1891-1970) e Bertrand Russell (1872-1979), ma anche ai futuri linguaggi che costituiscono uno dei fondamenti della programmazione.

4.3. L'Arte della Memoria

È noto che i Greci, inventori di tante arti, inventarono anche un' *Arte della Memoria*⁷⁴ che, con Simonide di Ceo nel 470 a.C., Platone ed Aristotele, fu trasmessa a Roma da Cicerone e da Quintiliano e da loro si diffuse e s'inserì nella tradizione europea fino ad Agrippa⁷⁵ e agli studi di diversi padri gesuiti⁷⁶. Quest'Arte cerca di fissare i ricordi attraverso la tecnica di imprimere nella memoria sia i luoghi sia le immagini; da taluno nel passato fu catalogata come mnemotecnica, nei tempi moderni sembra essere divenuta un ramo secondario dell'attività umana.

A nostro avviso quest'antica e gloriosa arte non è un ramo secco nella storia della cultura occidentale, ma l'idea del passato, di costruire una memoria ben addestrata, allora d'importanza vitale per la trasmissione della cultura, ha oggi le sue discendenze in svariati aspetti dell'architettura e dell'organizzazione delle informazioni all'interno di un computer o anche all'interno di un ipertesto.

La disciplina denominata *Arte della memoria*, nel mondo classico appartiene alla Retorica ed è in sostanza la tecnica di imprimere nella memoria una serie di luoghi indicativi di brani di saperi. La tecnica più nota fu quella di ideare e memorizzare un sistema architettonico (Palazzo) nel quale idealmente - diremmo oggi virtualmente - organizzare il proprio sapere.

La descrizione più chiara fu data da Quintiliano⁷⁷:

⁷⁴ Frances A. Yates, *L'Arte della Memoria*, trad. it. Torino, 1972.

⁷⁵ Agrippa Cornelio, *De incertitudine et vanitate scientiarum declamatio invectiva*, 1527. Della vanità delle scienze, versione italiana di L. Domenichi, Venezia, 1547.

⁷⁶ Ignazio di Loyola, *Esercizi spirituali*, trad. it. di G. Giudici, Milano 1984. (*Esercitia Spiritualia Sancti Ignatii de Loyola et eorum directoria - ex autographis vel ex antiquioribus exemplis collecta*, Madrid, 1919.) Vedi anche quanto concerne il Gesuita Matteo Ricci, citato in una successiva nota.

⁷⁷ Quintiliano, *Institutio Oratoria*, vol. IV, Loeb Classical Library, New York, 1936.

“... per formare una serie di luoghi della memoria, egli dice, si deve ricordare un edificio, il più spazioso e vario possibile, con un atrio, soggiorno, camere e stanze. Nell'atrio ci saranno degli oggetti che ti ricorderanno tutti i tuoi discorsi preliminari, e sull'atrio si apriranno varie porte di differenti stanze, ciascuna delle quali ti ricorderà un capitolo del tuo sapere. All'interno delle stanze gli oggetti ti ricorderanno i dettagli di quel tuo sapere. Naturalmente in una stanza, se questo ti potrà servire, tu potrai aprire una porta che ti introduce nella casa di un amico, o su una tua abitazione lontana, quella porta non esiste che nella tua mente ma da lì tu potrai andare ad altri discorsi ed accedere ad altro sapere ...”

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

4.3.1. I Palazzi di Memoria

Per la costruzione di una memoria un primo passo era quello di costruire un Palazzo di Memoria nella propria mente ed arredarlo di saperi secondo una logica essenzialmente soggettiva e quindi imparare a destreggiarsi tra i percorsi possibili. È facile dedurre che persone desiderose di addestrare la facoltà della memoria, devono non solo scegliere alcuni luoghi da legare assieme ma anche formarsi immagini mentali, in modo che l'ordine dei luoghi nella mente garantisca l'ordine dei saperi nei luoghi come basi di ordine dei saperi nei discorsi. Ne segue che in noi, meglio nella nostra mente, si vengono ad avere due tipi di memoria:

a) *la memoria naturale*: innata nelle nostre menti e parte integrante del

pensiero stesso. Una buona memoria naturale può essere migliorata e la si può pensare in uno stato di perenne evoluzione;

b) *la memoria artificiale*: o memoria potenziata è consolidata dall'educazione.

Negli anni 86-82 a.C. un ignoto maestro di retorica in Roma compilò un primordiale manuale di memoria⁷⁸ dal titolo: *Ad Herennium*. Quest'opera, che sembra attingere a più antiche fonti probabilmente greche sull'educazione della memoria, antichi trattati di retorica, oramai perduti e sembra essere la sola trattazione latina sull'argomento. Certamente è l'unica che ci sia pervenuta e che sia servita, come spunto, a Cicerone e Quintiliano. Così essa costituisce la fonte principale, per l'arte della memoria classica, sia per quanto provenga dal mondo greco, sia da quello latino.

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

Aristotele ebbe certamente familiarità con la memoria artificiale, la teoria d'Aristotele sulla memoria⁷⁹ è basata sulla teoria della conoscenza, esposta nel *De Anima*, dove Aristotele afferma che è impossibile pensare senza un'immagine mentale. La memoria apparterebbe così a quella stessa parte dell'anima alla quale appartiene l'immaginazione. La memoria, poiché si collega con le impressioni sensoriali, non è peculiare dell'uomo: infatti, è parere di molti che anche certi animali sono dotati di memoria, magari più istintiva che cosciente, ma pur sempre memoria. Uno dei vantaggi della memoria artificiale risiedeva nella possibilità che il suo possessore poteva prendere le mosse da ogni punto degli intricati luoghi del suo "palazzo di memoria" e tali suoi luoghi poteva percorrerli in ogni

⁷⁸ Cicerone, *Ad Herennium*, Loeb Classical Library, New York, 1968.

⁷⁹ Aristotele, *De Anima*.

direzione, attraverso vari e possibili cammini, attraverso immaginari corridoi, ed innumerevoli porte.

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

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

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

L'interpretazione etica o prudenziale della memoria artificiale, è probabilmente opera dell'alto Medioevo. Si ha allora un'idea di ciò che fosse l'arte della memoria medievale, prima che se ne occupassero gli scolastici. Uno dei più importanti centri di quest'arte fu Bologna con la scuola Boncompagno da Signa, autore di due opere sulla retorica, tra cui la famosa *Rethorica Novissima*. Per Boncompagno la memoria artificiale è un'arte e la sua scoperta si ritiene dovuta all'ingegno. Alberto Magno considerava la memoria una parte sensitiva dell'uomo, e la reminiscenza la parte intellettuale. Si afferma che Tommaso d'Aquino possedesse una memoria (esercitata) fenomenale che Cicerone avrebbe detto *quasi divina*. Giova ricordare che lo scopo dei dotti domenicani, cui Tommaso e Alberto furono rappresentanti, era l'utilizzo del rivisitato sapere

aristotelico principalmente per difendere la Chiesa e per confutare le argomentazioni degli eretici.

La sapienza di Tommaso d'Aquino è rappresentata sulle pareti della sala capitolare del Convento domenicano di Santa Maria Novella in Firenze, dove si esaltano le sue virtù.

4.3.2. Il Teatro della memoria di Robert Fludd

In Europa, gli influssi ermetici raggiunsero il loro culmine durante il Rinascimento. Dal Medioevo al Rinascimento in molti tentarono di costruire un *Palazzo di memoria*, tra questi, famoso fu quello del Gesuita marchigiano⁸⁰ Matteo Ricci. Il Ricci visse, per molti anni in Cina, creò anche una sorta di grammatica in italiano della lingua cinese, costruì profonde analogie tra la struttura linguistica ad ideogrammi e l'arte della memoria. Uno dei filosofi ermetici più noti fu Robert Fludd; egli appartenne alla tradizione ermetico-cabalistica del Rinascimento. Il sistema di memoria di Fludd è più sofisticato dei Palazzi della memoria del passato. Egli rappresentava il suo sistema attraverso il cosiddetto *Teatro di memoria*, composto di stanze di memoria, ma associati ai cieli rotondi, perché le stanze erano - virtualmente - poste nello zodiaco. Il *palcoscenico* ove si rappresentavano mentalmente le memorie (conferenze, teorie, dialoghi, ecc.) era, di fatto, l'intero zodiaco, chiamato il *Cielo Rotondo*.

S'innestarono due diversi tipi di arte: l'*arte Rotonda* che si occupava dell'*immaginario collettivo del tempo* e faceva riferimento a immagini della mente totalmente ideali (figure delle stelle, talismani, segni dello zodiaco) e l'*arte Quadrata*, sostanzialmente l'arte della memoria tradizionale, sia pure artificiale, che si connette con l'idea classica di "edificio della memoria" e che utilizza luoghi reali in edifici reali. I sistemi di memoria di Fludd utilizzano oculate misture di arte Rotonda e arte Quadrata nell'idea di far intervenire nei luoghi re-

⁸⁰ Spence J.D., *Il Palazzo della memoria di Matteo Ricci*, Il Saggiatore, Milano, 1987. Ricordiamo varie opere del Ricci: Il «*Saggio d'Occidente*», Roma, 1965, *Il mappamondo cinese* (terza edizione, Pechino, 1602) conservato presso la Biblioteca Vaticana, Città del Vaticano, 1938. *Trattato sull'amicizia*, primo libro scritto in cinese da Matteo Ricci S.I. (1595), in «*Studia Missionalia*», 7 (1952), pp.452-515.

canti immagini di memoria, quella che lui chiama "energia astrale", una sorta di immaginario sacrale, o se si vuole l'energia dovuta alla sinergia di tutti coloro che interagiscono nel pensiero collettivo.

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

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

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

suoi cinque sensi, con una apertura - l'occhio sulla fronte - verso una miriade di sensi nascosti, non esercitati.

4.4. L'avvento di Gutenberg e della stampa

La trasmissione del sapere, una storia lunga cinquemila anni, è così passata attraverso diverse fasi e a volte attraverso importanti momenti di sviluppi ed accelerazioni della comunicazione tra gli uomini. Nei cinquemila anni vediamo la nascita dell'alfabeto, della recitazione, della trasmissione orale, della trasmissione scritta, prima rivoluzione culturale, utilizzando supporti sempre più differenziati quali papiri, pergamene, codici miniati. La copia dei testi ha permesso la circolazione delle informazioni a più persone, ma l'esplosione è avvenuta con l'invenzione di Gutenberg dei caratteri a stampa e la successiva nascita di biblioteche e rotative, con la stampa, con i giornali ed infine attraverso la terza rivoluzione: l'avvento della comunicazione globale di Internet.

Johannes Genfleish, detto Gutenberg, nasce a Mainz probabilmente tra il 1393 e il 1403. La sua vita⁸¹ è, per molti versi, ancora avvolta nel mistero e frutto di ipotesi scaturite dai libri che ha prodotto e dai documenti legali, che lo riguardano, ritrovati in archivi ufficiali. Quindi tutti gli avvenimenti e gli episodi della sua vita sono solo dovuti a congetture plausibili e a ricerche indiziarie. Non v'è dubbio comunque che la sua conoscenza della lingua latina e il bagaglio culturale da lui posseduto inducono a supporre che egli abbia studiato, con grande probabilità presso i frati di un convento, dove la cultura non era fatto marginale e che abbia successivamente intrapreso studi universitari.

Il padre, Fiele Genfleish, era un mercante, ma anche un patrizio di Mainz, che per un certo periodo ricoprì la carica di maestro co-

⁸¹ Il romanzo di Blake Morrison, *La Confessione di Gutenberg (The Justification of Johannes Gutenberg)*, TEA, Longanesi, Milano, 2000, è un'ipotetica autobiografia dell'inventore tedesco.

munale dei conti. Pare, però, che già nel 1411 i contrasti tra patrizi e corporazioni fossero tali da far sì che ragioni di prudenza inducessero la famiglia di Gutenberg a trasferirsi da Mainz a Eltville e, forse, proprio in questi anni, Johannes potrebbe aver frequentato l'università di Erfurt.

È certo che a partire dal 1430 Gutenberg non è più a Mainz, dove le corporazioni hanno assunto il governo cittadino. Dal 1436 lo si ritrova a Strasburgo: è diventato un abile uomo d'affari, inventore, maestro artigiano ed orafo. Dal 1437 egli insegnò ad Andreas Dritzehn di Strasburgo l'arte di levigare e molare le pietre preziose; in questi anni, con altri soci, lavora su tre progetti.

Il *primo progetto di Gutenberg* riguarda le nuove tecniche per la pulitura delle gemme.

Il *secondo progetto di Gutenberg* prevede la fabbricazione di specchi destinati ai pellegrini che si recavano in pellegrinaggio ad Aquisgrana. Tali specchi, in lega di piombo e stagno, erano oggetti ricordo all'epoca molto diffusi, specie nella credenza popolare. Si riteneva infatti che, con essi, si fosse in grado di catturare l'energia catartica emessa dalle reliquie esposte in processione per tornare poi successivamente a far uso dei benefici delle reliquie stesse. Tale progetto causò a Gutenberg non pochi problemi finanziari, derivanti dal fatto che il pellegrinaggio previsto non fu mai realizzato, per non correre il rischio della diffusione di malattie infettive (la peste).

Il *terzo progetto di Gutenberg*, l'ultimo, tenuto segreto, riguardava proprio la stampa assieme ai procedimenti usati per timbrare fogli e cartelle; tuttavia l'essenza completa dell'intero progetto rimase un mistero. Di qualsiasi cosa si sia trattato certo è che Gutenberg si pose alla ricerca di nuove tecnologie, tra le più avanzate, per la stampa, anche per procurarsi guadagni.

Si hanno notizie piuttosto incerte circa la sua attività tra il 1444 e il 1448. È sicuro che il 17 ottobre 1448 egli è a Mainz, dove ottiene in prestito 150 fiorini dal cugino Arnold Gelthus, con un interesse del cinque per cento, che probabilmente usa per la realizzazione di alcu-

ne sue invenzioni relative ai nuovi processi di stampa che prendono via, via corpo. Nel 1450 i suoi esperimenti hanno già raggiunto un livello abbastanza elevato: egli è in grado di "stampare" indulgenze su richiesta del cardinale tedesco Nicola Cusano, ma di esse non si è conservata traccia.

Le opere di questo periodo si possono dividere in due gruppi: da un lato quelle minori, quali lettere di indulgenza, calendari e dizionari; dall'altro il suo capolavoro di 1282 pagine a stampa: la Bibbia in latino.

In una lettera del 12 marzo 1455 Enea Silvio Piccolomini, futuro papa Pio II, scrive a Juan Carvajal che a Francoforte c'è un uomo meraviglioso che lavora sulla *Bibbia*; tiene a precisare che il libro presenta lettere così chiare da poter essere lette senza occhiali. Probabilmente Gutenberg ha copiato per la stampa della *Bibbia* un manoscritto in suo possesso, imitandolo in tutti gli aspetti, riproducendone la ripartizione e la disposizione in colonne, la composizione a blocco. Il carattere usato, il gotico, inoltre consentiva una veste tipografica molto compatta, perché le singole lettere visivamente procuravano l'effetto di una grata, dando alla pagina l'aspetto di una trama.

Per sfruttare al meglio la carta, egli fece diverse prove sul numero di righe per colonne e, da un primo tentativo di 40 e 41 righe, arrivò alle 42 definitive; la fusione dei centomila caratteri, si suppone inoltre, abbia richiesto almeno sei mesi e il lavoro complessivo circa due anni. Furono impiegati dodici stampatori con sei torchi, oltre a coloro che si occuparono dell'inchiostrazione e della messa in opera dei fogli; la stampa delle 1282 pagine comportò ben 230670 passaggi al torchio. Finanziariamente l'opera costò circa 1000 fiorini e Gutenberg, dopo il primo prestito avuto dal cugino, ebbe il resto da Johann Fust che divenne suo socio nella "*fabbricazione dei libri*".

Come si legge in un documento del 1455 stilato da un notaio di Mainz e relativo ad una disputa finanziaria tra l'inventore e Fust; quest'ultimo lo avrebbe accusato di appropriazione indebita e di non aver pagato i suoi interessi. Sembra che Gutenberg abbia perso la

causa e abbia dovuto cedere l'attività al suo socio, che, con Peter Schoeffer, già lavorante nella stamperia, avviò un'attività per proprio conto.

Gli esemplari della Bibbia pervenuti sino ad oggi sono 49 ed ognuno di essi è una copia unica⁸².

Dopo il 1458 non si hanno notizie certe sull'attività di Gutenberg, si suppone solo che nel 1462 egli possa essere stato bandito da Mainz, ma nel 1465 si sa che Adolf von Nassau lo nomina uomo di corte, lo rifornisce di vestiario, grano e vino e lo esenta dal pagare imposte e tasse.

Egli muore a Mainz il 3 febbraio 1468. Gutenberg è considerato l'inventore della stampa a caratteri mobili: le lettere, cioè, fuse singolarmente, venivano assemblate per formare le pagine, consentendo maggior chiarezza nella lettura e nella successiva correzione del testo.

Questo procedimento, apparentemente solo tecnico, ha rappresentato una rivoluzione che ha coinvolto non solo la "forma", bensì il "significato" e il "concetto" di libro, rivestendo quindi l'aspetto di rivoluzione culturale. Fissiamo per un attimo l'attenzione sul concetto di libro. Il libro è solo una raccolta di fogli? Può essere definito *libro* un insieme di fogli non scritti cuciti insieme? Pensare questo sarebbe riduttivo per ciò che il libro ha rappresentato nella storia dell'uomo, esso è stato da sempre lo strumento per trasmettere conoscenze e cultura in senso più vasto.

Il *libro dei morti* degli Egiziani è uno dei ritrovamenti più antichi dell'attività letteraria dell'uomo; conteneva i riti e le formule sacre necessarie a guidare il defunto nell'aldilà. La *forma* di questo libro non assomigliava assolutamente a ciò che si intende attualmente per libro, almeno nella sua forma apparente. Infatti esso è una raccolta di rotoli di papiro che venivano avvolti intorno ad un cilindro di avorio o di legno e per leggerli bisognava svolgerli. È a Pergamo, a causa dei costi enormi del papiro, prodotto importato dall'Africa, che si sviluppò una nuova tecnica di scrittura su nuovi supporti, ricavati dalla pelle di agnello. Il nuovo supporto venne chiamato *pergamena*. È una situazione analoga alla nascita dei vari supporti elettronici quali

⁸² Copie e materiale originale della produzione Gutenberg sono oggi esposte nel Museo di Mainz (Magonza) e sono di un interesse incredibile.

cassette di registrazione per il Commodore degli anni '80, i floppy disk da 5 pollici (quelli grandi per intenderci) del 1986/90, i piccoli floppy da 3,5 pollici ancor oggi in uso, i CD riscrivibili ed oggi le cosiddette penne Usb.

Accanto all'oggetto libro nacquero i luoghi di raccolta e di consultazione dei libri: le biblioteche.

Le biblioteche più importanti dell'antichità le troviamo ad Alessandria, in Egitto, e a Pergamo, in Grecia, ma anche ad Antochia e a Pella. Non ci sono pervenute tracce delle biblioteche egizie, evento dovuto essenzialmente alla fragilità del papiro che non ne ha consentito la conservazione, nemmeno parziale, nel tempo. Pian piano i rotoli, chiamati dai latini *volumina*, vengono sostituiti dai *codici*, molto più simili ai nostri libri; infatti erano costituiti da una serie di fogli di pergamena. Essi, però, non erano molto diffusi sia per l'alto grado di analfabetismo, sia perché ogni copia era scritta a mano. È con questi supporti che ci è pervenuta, ad esempio l'opera di Platone, indubbiamente la prima opera globalmente trasmessaci in modo non orale.

La più antica struttura di cui si ha notizia è la Biblioteca di Lagas (XXI secolo a.C.), antichissima città numerica presso l'antico Tigri (oggi canale Satt-el-Garraf), archeologicamente riscoperta. Del VII secolo a.C. è la Biblioteca di Assurbanipal a Ninive, antica città dell'Assiria, sulla riva sinistra del Tigri, distrutta nel 612 C., le cui rovine oggi sono di fronte all'attuale Mosul (Iraq). Nel mondo greco era famosa la *Biblioteca di Aristotile*, smembrata tra le due biblioteche di Alessandria⁸³ e Pergamo. La *Biblioteca di Alessandria d'Egitto* fu la struttura del sapere più nota ed importante dell'antichità, fondata da un re egiziano, Tolomeo I⁸⁴ (308-246 a.C.), cui si deve pure il Museo e il Porto.

A Roma ricordiamo che la prima struttura pubblica organizzata fu la *Biblioteca di Asinio Pollione* (39 a.C.), ma in epoca imperiale ne troviamo ben 28, delle quali la maggiore era la *Biblioteca dell'Ulpia*, ospitata nel Foro Traiano.

⁸³ Alessandria d'Egitto fu fondata da Alessandro Magno attorno al 332 a.C.

⁸⁴ Tolomeo I, Sotere, generale macedone, partecipò con Alessandro Magno alla spedizione in Asia. Nel 323, alla morte di Alessandro, diviene satrapo (governatore) d'Egitto e si proclama Re nel 305. Tolomeo II, il Filadelfo, suo figlio, condivise il trono e regnò dopo di lui. Seguono altri dodici re tutti di nome Tolomeo. Tolomeo XII (61-47 a.C.), fratello di Cleopatra, fu sconfitto da Giulio Cesare. Tolomeo XIV, sposò Cleopatra per volere di Cesare, e fu ucciso subito dopo. La *satiapìa* è il nome attribuito ai tempi dell'antica Persia (terra di Dario), ad una Provincia amministrativa, delle dimensioni dell'Egitto. Satrapo è invece sinonimo di governatore amministrativo.

Dal VI secolo la cultura si rifugiò nei conventi, quali ad esempio quelli di Montecassino e Bobbio, e per secoli i monaci, assuntosi il compito di *amanuensi*, si sono occupati di trascrivere minuziosamente manoscritti, abbellendoli con miniature, decorazioni e illustrazioni. Nei conventi ove si operava l'arte della trascrizione vi era lo *scriptorium*, il cuore della produzione artistica dei libri, una vera e propria officina d'arte amanuense. Non v'è dubbio che, in questo periodo, la funzione del "libro" è prevalentemente estetica e artistica. È interessante la visione di una biblioteca e del relativo scriptorium, del periodo pre-Gutenberg che si può ammirare nella magnifica ricostruzione fatta nel film *Il nome della Rosa* tratto dal romanzo di Umberto Eco.

Con l'Anno Mille nascono le biblioteche delle sorgenti Università e con l'Umanesimo quelle dei Principi, germi e nuclei fondanti delle biblioteche moderne.

E finalmente con l'avvento di Gutenberg e con l'invenzione della stampa a caratteri mobili, da considerare un'invenzione di sintesi, si ha quella che chiamiamo la *seconda rivoluzione* ma che è essenzialmente una *rivoluzione industriale oltre che culturale*. Peter Schoft nel 1472 in un catalogo delle sue edizioni afferma che la *multiplicatio librorum* è la sua prima ambizione per poter gareggiare in velocità ed efficienza con gli *scriptoria* medioevali. È dopo Gutenberg che a seguito dell'aumento vertiginoso di libri, e delle informazioni in essi veicolate, nasce la Biblioteca moderna ma principalmente si afferma l'idea dell'uso pubblico e di promozione sociale della biblioteca. Pertanto il contesto in cui si affermano l'arte e l'industria della stampa è segnato da un'evoluzione sociale che, pur tra epidemie, crisi demografiche e guerre, vede una crescita dell'alfabetizzazione e l'ascesa dei nuovi gruppi sociali che, per mezzo di questo strumento di diffusione della cultura scritta, si affacciano sulla scena della società europea. I testi stampati fino a tutto il 1500 sono gli *incunaboli*⁸⁵; ne esistono circa 450.000 di cui 100.000 in Italia.

Continuando la nostra breve disamina storica ricordiamo che nel

⁸⁵ *Incunabolo* deriva dal latino *cuna* (culla), nel senso di *prima fase*.

1602 nasce la biblioteca Bodleiana di Oxford, nel 1646 la biblioteca universitaria di Cambridge e nel 1759 la biblioteca annessa al British Museum. Nel XVII nasce la prima biblioteca nazionale quella di Berlino. È solo l'inizio, infatti nel 1712 nasce la biblioteca nazionale di Madrid, a Parigi la biblioteca dei Re si trasforma in biblioteca nazionale; nel 1789 nasce la biblioteca nazionale americana (Library of Congress) con 10 milioni di volumi; la più ricca del mondo è la biblioteca nazionale Lenin di Mosca, con 16 milioni di libri e riviste; più piccola ma notevole è pure la biblioteca nazionale di Pechino con 2 milioni. In Italia al tempo dei vari stati nascono la Braidense di Milano, la Marciana di Venezia e le varie biblioteche di Torino, Napoli, Palermo e poi Roma, e Firenze. Il clima di rinnovamento dal Rinascimento all'unità d'Italia permise alla stampa, di raggiungere risultati che sarebbero stato incomprensibili ad un redivivo amanuense del tempo della scrittura manuale.

Per circa due secoli il termine *stampa* è stato sinonimo di *libro* fino a quando nel XVII secolo compaiono i primi fogli periodici, inizialmente solo di cronaca, successivamente anche di opinione.

Nasce così la dialettica dell'informazione che ha usato la stampa come strumento quasi esclusivo di formazione dell'opinione pubblica.

Se si considera la stampa come insieme di attività intellettuali, tecnico-industriali e commerciali finalizzate alla produzione e alla diffusione della carta stampata quale strumento per veicolare idee, informazione e cultura, quindi mezzo che contribuisce alla formazione della coscienza civile, si capisce l'interessamento di cui essa è stata oggetto da parte dei legislatori.

La libertà di stampa⁸⁶, infatti, da sempre, è la cartina di tornasole del livello di democrazia raggiunto da un popolo.

I metodi di stampa sono rimasti gli stessi fino oltre la metà del Novecento, quando la fotocomposizione, generata dal computer, ha dato luogo ad una nuova rivoluzione, non meno incisiva di quella operata da Gutenberg.

⁸⁶ Nell'ordinamento giuridico italiano le norme che regolano la libertà di stampa sono contenute nell'art. 21 della Costituzione Italiana in cui si legge: "Tutti hanno diritto di manifestare liberamente il proprio pensiero con la parola, lo scritto e ogni altro mezzo di diffusione. La stampa non può essere soggetta ad autorizzazioni o censure [...]".

Un fenomeno, risalente all'antichità e di grande interesse per la protostoria dell'intelligenza artificiale è la nascita degli *oggetti d'arte animati meccanicamente*, o se si vuole i cosiddetti *esseri artificiali meccanici*. Il termine Robot, che al momento non abbiamo usato di proposito - in luogo del termine esseri artificiali meccanici - è un'invenzione letteraria successiva, risalente al primo novecento.

La storia della problematica di tali oggetti d'arte animati è molto antica ed anche piuttosto interessante. In essa si evidenzia il sogno perenne dell'uomo a riprodursi artificialmente, sogno che oggi si è sviluppato nelle direzioni della robotica ed automatica e recentemente verso la clonazione.

I primi oggetti di quest'arte provengono dal mondo dell'arte e principalmente dello spettacolo. Fin dal II secolo a.C., abili inventori, provenienti dalla Grecia, iniziarono a creare degli attori artificiali animati, da usare negli spettacoli. Questi piccoli "robot ante-litteram" erano governati da macchinari e da meccanismi di tipo meccanico, anche molto complessi, erano in grado di recitare in ruoli drammatici, come richiedeva lo standard del Teatro Greco, erano principalmente in grado di lavorare in mezzo alle fiamme e al fumo, produrre effetti sonori non umani ed erano in grado di emettere anelli di fumo, spruzzi d'acqua e lingue di fuoco. Altri meccanismi, tuttora in uso, erano alcuni grandi macchinari, mediante i quali si potessero operare rapidi ed efficienti cambi degli scenari che risultassero principalmente spettacolari. Tra i grandi nomi di coloro che si mossero in questa direzione dello studio della pre-robotica troviamo Filone di Bisanzio (200 a.C. circa), Cresibio e principalmente Gerone. Circa nell'anno 100 a.C. anche in Cina ci si mosse in questa direzione e con risultati anche considerabili di gran lunga più soddisfacenti.

Gerone di Alessandria (100 a.C. circa) fu colui che per primo inventò un motore a vapore, forse più per mostrare gli effetti del vapore, che non perché ne avesse comprese le potenzialità e le applicazioni

future. Gerone utilizzava il vapore anche per gli spettacoli nei quali faceva uso di attori artificiali. Nella sua opera principale *Pneumatica* egli ci descrive il comportamento dei fluidi ma anche l'uso di diverse macchine, nelle quali si ricorreva all'aria calda, sia per pompare acqua, sia per produrre suoni, sia per altre finalità abbastanza singolari.

Vi è sostanzialmente descritta l'idea delle camere a depressione, ottenute raffreddando, al loro interno, una sostanza trasformata in vapore. Questa idea, ebbe anche notevoli applicazioni pratiche e tra il XVI-XVII secolo, ebbe un uso pratico anche per pompare acqua dalle miniere. Per tornare a Gerone, in una sua successiva opera *Automata*, viene esaminato in dettaglio il problema degli attori artificiali. Attraverso l'esemplificazione e il dettaglio di una particolare recita, Gerone ci descrive tutto il macchinario sottostante, il modo con il quale faceva funzionare gli attori artificiali, come era possibile sincronizzarli con l'intero scenario e come si potevano inserire, nel contesto, i vari effetti speciali. Il movimento globale della scena era prodotto da un insieme di meccanismi costituiti da ruote, pulegge, cilindri, leve, contrappesi, ai quali si univano lampade speciali, serbatoi, lanciafiamme e pompe. L'operatore metteva in moto il congegno e tutto andava avanti da solo. Incredibile: era il 100 a.C.!

Rimarchiamo che gli effetti speciali di allora, ci inducono a farci riflettere intorno agli effetti speciali del cinema odierno che dalle origini fino agli anni '80, si è servito di macchinari interpreti di King-Kong, e di vari altri mostri alla Rambelli, non sempre superiori a quelli del passato, ma anche di scene di disastri e crolli realizzati in modo "impeccabilmente" falso. Il concetto di "effetti speciali" è oggi profondamente modificato in relazione alle scene virtuali e ai personaggi computerizzati⁸⁷.

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

⁸⁷ 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. Oppure si pensi solamente al film *King Kong* del '79, in cui il mostro era animato meccanicamente ed al nuovo film di *King Kong* di Peter Jackson in cui il maxi gorilla è stato realizzato completamente con il computer.

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

L'opera di Copernico *De Revolutionibus* (1545) segna un cambio d'epoca, il raggiungimento di un livello di gran lunga superiore a quanto si era riusciti a raggiungere nel passato, sia per la misura del tempo sia per gli strumenti che facilitassero la navigazione. Ma fin dal XIV secolo vi furono movimenti ed iniziative che condussero a quel momento evolutivo. L'invenzione della stampa che rese possibile la diffusione di vecchie e nuove conoscenze, la scoperta dell'America che allargò letteralmente i confini del mondo e del conosciuto, la nascita degli orologi, la conoscenza dei cieli, mai di livello così elevato, sono chiari segnali della nuova modernizzazione. Il dibattito sul *sensu del tempo*, così che acquisti un senso la sua misura, è un dibattito perennemente aperto. Da Aristotele ad Einstein si tenta di tenere il concetto di tempo fuori della Fisica anzi della Scienza. L'idea che la Scienza sia l'analisi continua di fenomeni riproducibili ci porta a tenerne il tempo fuori. Il tempo dal supposto Bing Bang ad oggi, e per quello che accadrà nel futuro è un fenomeno irreversibile, non riproducibile e quindi non osservabile. È forse Ilya Prigogine⁸⁸ uno dei primi a porre nella Scienza anche i fenomeni di irreversibilità e di evoluzione. L'evoluzione biologica, l'evoluzione delle società sono - secondo Prigogine - una storia naturale del tempo. Il tempo precede la nascita dell'Universo segnando l'evoluzione dei fenomeni che lo hanno generato e forse non ha un momento di nascita e nemmeno di morte.

⁸⁸ Ilya Prigogine (1917-2003) è nato a Mosca e poi si è trasferito in Belgio, fin dal 1929, trascorrendovi la gran parte della sua esistenza. Si laurea nel 1941 a Bruxelles e intraprende il dottorato e l'attività di ricercatore. Come chimico-fisico, ha ottenuto il premio Nobel nel 1977. Si è occupato, come teorico, della stabilità dei sistemi lontani dall'equilibrio termodinamico e dei problemi dissipativi. Ha avuto due grandissime illusioni: far riconoscere alla Fisica l'esistenza della freccia del tempo; racchiudere in una formula l'ordine e la complessità del mondo. Come sognatore o - se volete - come coltivatore di grandi progetti metafisici, è stato a un passo dall'eresia scientifica. Cfr. Nota biografica e scheda di Domenico Turco in www.mondo3.it.

Si tratta di una visione - come alcuni affermano - "laica" del tempo. Dice Prigogine⁸⁹ a riguardo:

"Laico è una parola che può avere vari significati. Se pensate che la concezione classica, nella quale il tempo è relegato al di fuori della Fisica, è una concezione che attribuisce all'uomo dei poteri quasi divini, sono d'accordo, perché credo effettivamente che la Scienza sia fatta dall'uomo, a sua volta parte della natura che descrive. L'idea di un'onniscienza e di un tempo creato dall'uomo presuppone che l'uomo sia differente dalla natura che egli descrive, concezione che io considero non scientifica. Che si sia laici o religiosi, la scienza deve collegare l'uomo all'universo. Il ruolo della scienza è proprio quello di trovare dei legami, e il tempo è uno di questi. L'uomo proviene dal tempo; se l'uomo invece creasse il tempo, quest'ultimo sarebbe uno schermo tra l'uomo e la natura. Dunque, da questo punto di vista, è che questa sia una concezione laica e che la scienza debba essere laica, quali che siano le estrapolazioni che ci si possa permettere al di fuori della scienza."

Tornando alla misura del tempo, prescindendo dalla sua vera ed impalpabile natura, giova notare che gli orologi non trovarono subito adeguati sviluppi. Solo nel XIV secolo cominciamo a trovare, nell'ordine dei meccanismi e dei meccanismi animati, interessanti orologi meccanici da porsi anche sulle totri dei campanili. Prima d'allora la gente comune non era in grado di distinguere le ore della giornata. Troviamo eleganti ed elaborati oggetti meccanici, come orologi dalle molteplici funzioni assieme a figure ed animali animati come cigni meccanici, cavalli meccanici ed uomini meccanici. Lentamente nasce l'idea del Robot, un essere artificiale che evolverà lentamente nell'essere, della prima fantascienza del post-1940, che può essere comandato a distanza, da congegni elettrici ed elettromeccanici.

In realtà l'idea di *Robot* fu un'invenzione letteraria, nata dal termine *roboata*, termine che, in lingua ceca, vuol dire lavoro pesante e faticoso. Il Robot fu l'operaio artificiale, immaginato dallo scrittore

⁸⁹ Cfr. Prigogine I., *La nascita del tempo*, Tascabili Bompiani, Milano, 2001. Questo piccolo volumetto, scritto in modo molto semplice, è un ottimo approccio con chi abbia scarsa familiarità con il ragionamento e il linguaggio scientifico.

praghese Karel Capek (1890-1938) autore di novelle (*Racconti penosi*) e drammi. Il dramma di Capek: *R.U.R., La fabbrica dell'assoluto*, del 1920, è un tipico caso, *ante litteram* nel quale la letteratura ha prefigurato un caso futuribile.

Oggi con il termine Robotica si indica un'intera branca, della progettazione elettronica, alla quale si collega anche il termine Automatica. Questo ultimo termine viene dalla parola Automa che può essere inteso come un termine più generale. Ad esempio una macchina, anche con sembianze diverse da un essere umano, che può essere comandata a distanza.

Va pure rimarcato che il mito letterario del Robot si ispira anche al mito magico del *Golem*, che è un essere artificiale che nasce nella magia e fantasia praghese. Il Golem infatti, è legato alla figura del famoso rabbino Rabbi Low, molto esperto di Cabala e magia, operante nella seconda parte del 1500, e responsabile del ghetto di Praga, dal quale gli abitanti potevano uscire solo marcati da cappelli gialli o da altri segni evidenti. Il Golem, era presente nelle leggende giudaiche dei paesi dell'Est Europa, nell'epoca romantica della letteratura ceca. Il Golem è un essere artificiale, nato da un modello di creta, al quale "magicamente" per opera di un rabbino molto esperto, è stato dato il soffio di vita. Il novello Adamo è dunque un grumo di fango, plasmato a forma d'uomo, al quale rabbini particolarmente saggi avrebbero infuso l'alito della vita, anche se in una forma imperfetta, perché concepita come mentalità ottusa ma benigna, per difendere il ghetto e fare i lavori pesanti. Il golem, nato per difendere il ghetto di Praga, si ribella al suo creatore! Non vi è dubbio che questa immagine è una chiara esplicitazione del mito e della paura che l'uomo ha, consciamente ed inconsciamente, nei confronti delle sue stesse invenzioni e scoperte.

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

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

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

Siamo partiti con dei mostri di ferro negli anni '30, l'evoluzione letteraria è stata lenta, il pubblico si è mostrato sempre più esigenze e le "invenzioni della Science Fiction" sono divenute sempre più elaborate e sofisticate, così i Robot dell'ultimo ventennio, che appaiono in letteratura, sono quasi umani. La letteratura fantascientifica, specie ad opera del compianto Isaac Asimov, ha concepito esseri non umani del tutto simili all'uomo esternamente, ma poi in realtà con una filosofia interna che apre impensabili problematiche. Basti pensare alla figura della Dottoressa Calvin, robo-psicologa, oppure al personaggio di Yvo Demerzel, i quali hanno dominato i più importanti cicli delle opere di Isaac Asimov. La fantascienza è stata talvolta profetica, come appare evidente nella lettura delle opere di Jules Verne, a volte irrimediabilmente non profetica come

nei casi di Herbert George Wells e la sua macchina del tempo o in relazione all'espansione della razza umana nell'intero universo, ma questo naturalmente dipende dal fatto che l'indagine sul futuribile racchiude in se l'insieme delle possibilità, dalle più concrete alle più vaghe, insite nei sogni, nei desideri e nelle tendenze dell'uomo.

Per tornare alle nostre macchine di calcolo, giova osservare che nel 1899 in occasione dell'Esposizione di Parigi e della inaugurazione della Torre Eiffel, l'inventore francese Léon Bollée, presentò una efficiente calcolatrice a moltiplicazione diretta attraverso tasti meccanici e quindi attraverso una tastiera. L'idea dell'utilizzo di tasti risaliva al 1850 e al professore di matematica Tito Gonnella, dell'Accademia delle Belle Arti di Firenze ed ebbe anche altri precursori come Door Felt, un giovane meccanico di Chicago, che nel 1884 costruì un altro rozzo prototipo, detto "Macaroni box", perché appunto montato su una cassetta di spaghetti italiani, detti "macaroni". Dopo tre anni di studi e perfezionamenti, nel 1887, quel rozzo prototipo, divenne un modello di addizionatrice a tasti, tutta in metallo, la mitica addizionatrice *Comptometer*.

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

4.6. Riflessioni verso l'IA

Nel corso degli ultimi decenni la tecnologia dei computer elettronici ha compiuto enormi passi avanti. I computer sono oggi in grado di svolgere numerosi compiti che sono stati in passato una prerogativa esclusiva del pensiero umano, con una velocità e precisione che supera molto i risultati di un essere umano. Queste conquiste non turbano per nulla il nostro orgoglio, ma saper pensare è sem-

pre stata una prerogativa umana. Un'area che ha assunto enorme interesse in anni recenti, è quella che della cosiddetta Intelligenza Artificiale⁹⁰, spesso abbreviata semplicemente in IA. Gli obiettivi della IA sono di imitare attraverso strumenti elettronici, quanto più possibile l'attività mentale umana, e forse di andare, per certi versi, oltre la capacità umana.

La IA potrebbe avere, sotto certi aspetti, una pertinenza diretta con la psicologia; si spera che cercando di imitare il comportamento di un cervello umano per mezzo di un dispositivo elettronico, o non riuscendo a farlo, si possa apprendere qualcosa d'importante sul funzionamento del cervello stesso. Facciamo un esempio: i computer giocatori di scacchi simulano un comportamento che potrebbe essere considerato "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 affidarsi ad un computer.

Rileggendo l'attività descritta nel paragrafo⁹¹ dedicato all'*Arte della Memoria*, che Robert Fludd chiama arte quadra, con l'occhio di chi ha assimilato la struttura interna, l'architettura, le memorie e i pro-

⁹⁰ Termine probabilmente introdotto da John Mc Carthy, l'organizzatore di un Convegno sulla "Computer Science" tenutosi a Dartmouth nel 1956, durante il quale emerse il termine ed entrò nel vocabolario ufficiale della comunità informatica.

⁹¹ Par. 4.3.

grammi con tutta l'archiviazione, vi è da essere esterrefatti. L'intera struttura informatica sembra una trasposizione in chiave moderna dell'intero progetto fluddiano. Questo evidenzia l'importanza enorme dell'opera di Fludd che con il suo Teatro chiarisce quali sono i palcoscenici costruibili dalla mente umana ma non presenti nell'attuale architettura del computer. Sembra allo stato attuale che il computer non sia in grado di occuparsi dell'arte tonda, nella quale prevale l'emozionale e l'intuitivo.

George Orwell⁹² nel suo romanzo *1984*, scritto nel 1948 quando il 1984 sembrava un futuro lontano, immagina future autorità d'Oceania, una nazione che occupa un terzo del mondo, che s'incarnano in un'immagine umana: il Grande Fratello. L'immagine del Grande Fratello, pur non esistendo - ovvero esistendo virtualmente - è, in quel mondo, in ogni luogo. Sovrasta la vita pubblica e privata di ognuno. Entra in ogni abitazione attraverso uno schermo, prototipo letterario di una televisione, che nel 1948 non esisteva, ma operante nei due sensi, trasmettitore e strumento di controllo visivo dell'individuo. Ogni pensiero, ogni parola sono controllati da vari ministeri, specie da quelli dell'Amore e della Verità; essi sono preposti in quella realtà romanzesca all'imbonimento ideologico e morale dei cittadini, per renderli completamente succubi del sistema, pronti a tradire qualsiasi sentimento d'affetto e d'amore anche verso i propri 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

⁹² Orwell G., 1984, ed.it. Milano, 1950.

l'apertura totale di una rete come Internet, rete che non ha un capo, che si estende in tutte le possibili direzioni in cui si sviluppa e nella sua totale democraticità è tuttavia ancora pericolosa, realizzando un modello di totale anarchia.

Anche dell'immagine del Grande Fratello, di orwelliana memoria, si sono impadroniti i Media, ma riducendolo a spettacolo, strumentalizzazione sì, ma in direzioni ben diverse da quelle che Orwell aveva concepito. Sembrerebbe quasi impossibile allora, da queste considerazioni, la sostituzione totale della macchina all'uomo.

Per tornare all'IA si tende a pensare che tutte le qualità mentali dell'uomo: pensiero, sentimento, intelligenza 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. Molti individui si rifiutano spesso di avvicinarsi ad una macchina percependola aliena nei confronti del loro modo di ragionare. Viceversa l'aspetto pratico delle nuove generazioni di computer è molto interessante ed anche negli aspetti multimediali, vicino ai dettami dell'Arte classica degli Edifici della Memoria: 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.

5.1. I settori

Nel tentativo di trovare la definizione più appropriata dell'informatica ci si trova di fronte ad un dilemma: *informatica o scienza dei calcolatori?*

Scienza dei calcolatori è una traduzione letterale di *Computer Science* termine inglese usato per la disciplina. In Italia è stato coniato il termine *informatica* che, come anticipato nell'introduzione, deriva da una contrazione di informazione automatica, utilizzato con lo stesso significato.

“Questo nome - osserva Daniele Mundici⁹³ - è forse poco corretto per una disciplina scientifica, certamente un po' strano - e a più d'un matematico di formazione bourbakista⁹⁴ potrebbe giustamente apparire una contraddizione in termini - perchè mette insieme un manufatto con la parola 'scienza'. In questa scienza c'è una parte teorica - che spiega cosa possiamo calcolare e di che risorse abbiamo bisogno per farlo - e una parte ingegneristica: come rendere i calcoli concretamente possibili.”

Da questo punto di vista la Computer Science può essere conside-

⁹³ Cfr. Mundici D., Introduzione a *La Scienza dei Calcolatori*, Le Scienze, Quaderno N. 56, Milano, 1990.

⁹⁴ Il Bourbakismo è una teoria filosofica della Matematica che prende il nome da Nicholas Bourbaki, un matematico che non è mai esistito. Sotto questo pseudonimo si nascondeva un gruppo di dieci geni della matematica, rigorosamente sotto i quaranta anni, che negli anni Trenta hanno riscritto tutta la matematica dalle fondamenta, deducendola da chiare assiomatiche, con un rigore ed una precisione che non aveva avuto l'eguale nel passato. Questo rigore da un lato ci ha fornito uno strumento molto solido, che ha facilitato il progredire della Logica e dell'Informatica teorica (Alan Turing). Oggi dopo i risultati di incompletezza dei sistemi assiomatici (Kurt Gödel) si è criticato il Bourbakismo sia perchè ci allontana dall'intuizionismo sia dalla comprensione non elitaria. Negli anni che sono andati dal 1960 a forse il 1975 la matematica italiana è stata molto bourbakista con poche voci alternative come De Finetti ed altri. Oggi la matematica purtroppo è divenuta disciplina impopolare, difficilmente divulgata e talvolta erroneamente sfuggita.

rata come la scienza con la quale facciamo interagire i paradigmi⁹⁵ delle varie scienze, che necessitano dell'uso di un calcolatore, con una sorta di paradigma operante una traduzione, in hardware e software, delle problematiche emerse ed emergenti. Il progresso tecnico, prodotto negli ultimi 30 anni in tutti i campi dello scibile umano, nessuno escluso, rileva un fenomeno senza precedenti riguardante il tipo di velocità dell'evoluzione e della sua persuasività. I rapporti con la comunicazione e i *mass media*, la perfezione delle riproduzioni di immagini e testi, la digitalizzazione, i rapporti uomo-macchina e le nuove idee sull'intelligenza artificiale, studia tutto questo, ne fa una scienza, nuova, ma una scienza.

"Casomai - afferma ancora Mundici - il termine "scienza del calcolatore" è riduttivo, a meno che la parola "calcolatore" non si intenda, ed a nostro avviso è così, un artefatto che va ben al di là del calcolo, pur calcolando, e questo in ragione della filosofia delle nuove interfacce studiate con sistemi operativi sempre più efficienti e condivisi."

Non si può non concordare con la visione di una realizzazione di quanto, circa dieci anni fa⁹⁶, ebbe ad affermare Giancarlo Rota⁹⁷ sottolineando che *"[...] oggi cominciamo ad intravedere un nuovo scenario nella scienza, nel quale fisici collaboreranno con neurofisiologi, psicologi con informatici, matematici con biologi. Il personaggio dello scienziato eclettico che oggi viene visto o come un raro esempio di genialità o come una figura isolata ai confini dell'eccentricità, diventerà in futuro una necessità inderogabile."*

Ricordiamo che Giancarlo Rota è stato uno dei precursori della *Matematica Discreta*⁹⁸, quella matematica che poi ha trovato grande

⁹⁵ Il termine paradigma, come ricordiamo per comodità del lettore, è inteso nel nostro contesto come una conquista di tipo scientifico, accettata nella comunità nella quale viene usata, e che costituisce un punto di riferimento anche metodologico per inquadrare i problemi e presentarne le relative soluzioni. Il primo paradigma, o modello di ragionamento al quale vogliamo fare riferimento, è il cosiddetto *paradigma meccanicistico* che generalmente si fa risalire a Galileo Galilei ed alla sua filosofia della scienza. Galileo, nel 1623, introduce il suo assunto metodologico, altamente rivoluzionario, che si basa sulla distinzione tra ciò che rientra nell'ambito dei sensi (qualità "secondarie") e la struttura geometrico matematica della natura (qualità "primarie") e quindi nell'integrale applicazione del linguaggio matematico alla natura, che a suo avviso è scritta "in lingua matematica, e i caratteri sono 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".

⁹⁶ In occasione delle celebrazioni del IX Centenario dell'Università di Bologna [Rota G., *Bollettino UMI*, (1985)]. L'articolo è stato replicato in Mundici D., cit.

⁹⁷ Giancarlo Rota (1932-1998), noto matematico operante presso il MIT (*Massachusetts Institut of Technology*), uno degli Istituti di ricerca più famosi del mondo. Di origine italiana (nipote del famoso Ennio Flaiano), nato a Vigevano, ha studiato in Uruguay e negli Stati Uniti. Caposcuola internazionale della *Matematica Discreta* si è occupato anche di *Filosofia della Scienza e di Intelligenza artificiale*. Si veda www.rota.org.

⁹⁸ La *Matematica Discreta* è un settore della *Matematica* che opera sugli insiemi costituiti da un numero finito di elementi e in essa appaiono problematiche lontane dalla matematica del continuo di Newton e Leibnitz. Fondata forse alla fine del 1700 da Euler ha avuto sviluppi notevoli con l'avvento dei calcolatori più potenti. Per avere un'idea basti pensare al "problema dei 4 colori". Questo problema è un tipico problema di *Matematica Discreta*. Più in generale si veda il volume di Cerasoli M., Eugeni F. e Protasi M., *Elementi di Matematica Discreta*, Zanichelli, Bologna 1986, con una presentazione di Giancarlo Rota.

applicazione all'interno dell'informatica stessa. Circa la matematica egli soleva ribadire che “[...] ora che i computer fanno i lavori più umili per i matematici, cioè i calcoli, vi sarà più tempo per pensare anche a combattere contro i seri pericoli che la matematica corre per la sua sopravvivenza, grazie alla cattiva diffusione dei suoi risultati oramai imperativo in questa epoca di informazione di massa e di pubbliche relazioni.”

Ed ancora, egli indica⁹⁹, in ordine alla capacità divulgativa della matematica, una filosofia facilmente applicabile ad altre discipline (si provi allo scopo a sostituire alla parola matematica la parola *scienza* ed al termine *dimostrare teoremi* il verificare enunciati) ed afferma “Si sente spesso dire che il compito della matematica è “dimostrare teoremi”. Se ciò fosse vero dovremmo coerentemente affermare che il compito di uno scrittore è quello di “scrivere frasi”!

[...] *La capacità di divulgare la matematica è più rara della scoperta di un nuovo teorema. Sfortunatamente, nell'attuale cervelotica scala di valori, i divulgatori non vengono ricompensati come meriterebbero. Ho imparato una lezione importante: un buon matematico non è necessariamente un buon soggetto. Inoltre un professore di Liceo o d'Università dovrebbe appartenere alla categoria dei presentatori televisivi, dei pubblicitari, dei predicatori, dei prestigiatori, dei guru. In una buona lezione di matematica prima o poi un docente deve raccontare una barzelletta. Un buon insegnante non trasmette nozioni, bensì entusiasmo, apertura mentale e valori. Insegnare un argomento senza dare un esempio è la cosa più stupida che si possa fare.*”

Se Mundici e Rota ci parlano da intellettuali dobbiamo convenire che uno sguardo generale al mondo che ci circonda non ci tranquillizza affatto. Fenomeni come l'analfabetismo informatico, oppure la cattiva gestione del tempo libero appaiono come due grandi mali della società odierna.

Allo stato attuale sembra improbabile, almeno per le vecchie generazioni, che sono abbastanza occupate, “mettersi in linea con i tempi” informatizzandosi.

⁹⁹ Cerasoli M. (a cura di), Atti del Convegno Internazionale “G.C.Rota Memorial Conference” G.T.E., L'Aquila, 2002. Si veda in particolare l'articolo firmato G.C. Rota, che è un articolo postumo, ben ricostruito da Cerasoli M. (pp. 9, 11).

Probabilmente coloro che rifiuteranno l'utilizzo della videoscrittura, di Internet, della posta elettronica (*e-mail*), dell'*e-commerce* ed anche dell'*e-government*, in termini di interazione elettronica con le istituzioni, sono destinati a divenire la "nuova generazione dei non alfabetizzati", cioè gli *analfabeti del nuovo millennio*. Ci si chiede naturalmente se, le nuove generazioni, nate nell'era del computer, quando arriveranno alle leve del potere potranno evocare a loro alcuni nuovi privilegi quali i seguenti: a) l'aumento del tempo individuale per pensare, elaborare e inventare; b) la possibilità, nell'arco della loro vita, di una mole di attività di gran lunga più complesse e quantitativamente più rilevanti rispetto a quelle che i loro antenati hanno potuto svolgere nel passato, in funzione delle tecnologie possedute; c) trovarsi ad operare in un mondo più ampio, un mondo nel quale le distanze sono annullate ed anche alcune tradizioni locali si sono perse a favore di visioni globali. In altre parole saranno, a parte i traumi, buoni cittadini del villaggio globale?

Noi pensiamo a queste possibilità come possibile patrimonio futuro. Dobbiamo solo chiederci se siamo preparati ad usufruirne e se siamo pronti a capire le implicazioni derivanti dal fare parte di una comunità allargata quale è quella offerta da Internet.

Se fino a qualche anno fa vivevamo in un relativo isolamento fisico e culturale - infatti le innovazioni, le mode, le filosofie ecc. ci giungevano come echi lontani che venivano assorbiti gradualmente, senza alcuna possibilità di replica da parte nostra - oggi è possibile interagire non solo a livello istituzionale, ma anche personale, diventando soggetti attivi, pensanti e non più semplice massa, del tipo pubblico televisivo.

Volendo a priori presentare un quadro di suddivisione dell'informatica in sottosectori, peraltro del tutto arbitrari, ma validi per un primo approccio, si può tentare la ripartizione nei seguenti rami: Informatica Teorica, Informatica Applicata, Informatica Tecnica, Informatica Pratica, Informatica Umanistica.

L'Informatica Teorica si avvale di metodi e di modelli matematici per la formulazione di algoritmi, non necessariamente pensati per il calcolatore e si occupa di studi di Logica avanzata per i fondamenti dell'informatica e della Semantica, intesa quale disciplina che studia il significato delle parole nella loro evoluzione storica, naturalmente ai fini della comprensione e dello sviluppo di una corretta Teoria dei Linguaggi Formali. Si occupa ancora dello studio degli Automi e dell'Intelligenza Artificiale (IA), sulla quale sono aperti ampi e profondi dibattiti.

L'Informatica Teorica parte dallo schema della macchina di von Neumann¹⁰⁰ (che definisce in modo rigoroso il concetto di elaboratore elettronico a programma memorizzato, ancora oggi utilizzato nella progettazione di sistemi informatici), per giungere alle raffinate questioni connesse con la macchina (teorica) e il test di Turing¹⁰¹. Tali questioni oramai complesse e profonde hanno la loro origine e devono le basi del loro sviluppo a quanto è emerso anche dalla Teoria di Shannon¹⁰², dagli studi sulla Computabilità e sulla Teoria della

¹⁰⁰ John von Neumann (1903-1957), matematico, ebreo ungherese, di grandi capacità che ebbero a procurargli molto presto fama e notorietà. Dal 1933 Professore a Princeton al prestigioso *Institute of Advanced Studies*. I suoi molteplici contributi vanno dalla matematica pura ed applicata alla fisica teorica (assiomatizzazione della meccanica quantistica). In *Theory of Games and Economic behaviour* (con l'economista Oskar Morgenstern), del 1943, introduce nuove problematiche anticipando la Ricerca Operativa e la Matematica Discreta. Compì lavori fondamentali sulle basi logiche per la costruzione dei calcolatori e sulla teoria degli automi. Il carattere era bizzarro: vestiva sempre con giacca e cravatta, anche, per esempio, alle gite a cavallo nel Gran Canyon. Amava guidare pericolosamente, dare feste brillanti, bere e mangiare forte, raccontare barzellette sporche, corteggiare pesantemente le segretarie di Los Alamos. Nella vita familiare la sua collaborazione era del tutto nulla. Quanto alle armi che invece già esistevano, era favorevole ad un attacco nucleare preventivo contro l'Unione Sovietica, prima che anch'essa ottenesse la bomba atomica. La sua morte precoce fu causata da un tumore alle ossa contratto per l'esposizione alle radiazioni dei test atomici di Bikini nel 1946, la cui sicurezza per gli osservatori egli aveva tenacemente difeso.

¹⁰¹ Alan Mathison Turing (1912-1954), matematico inglese. Studiò nel King's College di Cambridge e non fu esattamente uno studente modello. Studiava solo ciò che gli piaceva e fu solo grazie al suo amico Christopher Morcom che si adattò a fare studi più sistematici facendo così emergere le enormi potenzialità della sua mente. Compresse l'incompletezza delle teorie assiomatiche anticipando Kurt Godel, ma si interessò soprattutto della possibilità di costruire macchine che simulassero i processi mentali dell'uomo. È del 1936 il suo lavoro: *On computable numbers with an application to the entscheidungs problem*, fondamento delle sue teorie. Durante la seconda guerra, operò come crittoanalista dei servizi segreti britannici ed a lui si deve di fatto la rottura del codice della macchina cifrante Enigma, la macchina cifrante orgoglio del Terzo Reich. Ideò, lavorando anche al progetto esecutivo presso il National Physical Laboratory, di ACE (*Automatic Computing Engine*), una macchina teorica (*Macchina di Turing*) che sarebbe stata in grado di eseguire qualunque funzione computazionale, ma che non fu mai realizzata. Non prese parte alla costruzione (1948) della prima macchina computazionale realizzata sulla base delle sue teorie. Nel 1950 in: *Computing machinery and intelligence*, presentò un test (*Test di Turing*) ed una macchina (*Macchina di Turing*), del tutto teoriche, che permettevano di valutare la "intelligenza umana" di una macchina. Ricordato anche per la Tesi di Church-Turing [vedi nota successiva]. Nel 1954, a soli 42 anni, morì avvelenato per cianuro, con una dubbia morte da taluni pensata come suicidio. Cfr. nota su Turing nel cap.6.

¹⁰² Claude Shannon (1916-2001), matematico americano che ottenne, nel 1940, il PhD presso il MIT dove divenne *full Professor* nel 1956, dopo una lunga esperienza presso i laboratori della Bell Telephone. È del 1948 il suo lavoro fondamentale che gli ha dato l'appellativo di padre fondatore della Scienza dell'Informazione dal titolo: *The Mathematical Theory of Communication*. L'idea del trasmettere informazioni a distanza, attraverso codifiche binarie (in 0 ed 1), è oggi realizzata nell'ambito di Internet, ma ha le sue origini nell'opera di Shannon. Notizie in www.apav.it - Comunicazione, Scienze e Società/ biografie.

Complessità, delineate innanzitutto dalla macchina di Turing e dalle tesi di Alonzo Church¹⁰³, che mettono in evidenza le potenzialità e le limitazioni dei calcolatori che l'uomo oggi è in grado costruire.

L'Informatica Applicata raccoglie i risultati di studi teorici legati all'informatica. Essa si occupa soprattutto delle categorie di problemi da risolvere con il calcolatore e di tutti gli ambiti nei quali sia possibile introdurne l'uso, ovvero dei principali standard derivati dagli studi teorici svolti da università, aziende e privati coinvolti nello studio della Scienza dell'informazione. Nel suo ambito si possono far rientrare le discipline di scienze e tecnologie dell'informazione bilanciando lo studio di hardware e software nello specifico l'Informatica Tecnica e l'Informatica Pratica.

L'Informatica Tecnica, si occupa dell'architettura dei computer, che sono globalmente basati sullo schema teorico della macchina di von Neumann, che è effettivamente utilizzato per la costruzione degli attuali calcolatori pur riferendosi a tecnologie elettroniche in perenne modifica per il miglioramento dei rispettivi circuiti elettronici e dell'organizzazione dei sistemi di calcolatori con l'implementazione di sempre più efficaci protocolli di comunicazione. Per quanto riguarda l'hardware, oltre alle tecnologie già in uso è bene citarne alcune che si stanno affacciando sul mercato e che presto saranno disponibili per il grande pubblico. Tutti questi aspetti verranno ripresi e approfonditi nel sesto capitolo.

Una significativa opera di hardware dedicato consiste nella costruzione di apparecchiature cifranti alle quali ditte specializzate hanno dedicato interi reparti allo scopo di garantire sicurezza alle infrastrutture informatiche, pc e reti, da danni derivanti da imperizia o pirateria informatica, spionaggio industriale, ecc. Inoltre si è in grado fin da oggi, anche se il tutto appare complesso e costoso, di costruire le cosiddette case intelligenti (ma anche grattacieli), nelle quali un computer dedicato può, con una preordinata programmazione, gestire riscaldamento, apertura e chiusura di porte e finestre, sistemi di allarme e telesorveglianza, sistemi di irrigazione e di sicu-

¹⁰³ Alonzo Church (1903-1995). Laurea in Matematica a Princeton nel 1924, PhD nel 1927. Nel 1929 è ancora a Princeton, come Assistant Professor of Mathematics, diviene Associated Professor nel 1939 e Full Professor nel 1947. Nel 1967 Church, 64-enne, si ritira da Princeton e, da pensionato, viene chiamato come Professore di Matematica e Filosofia a Los Angeles, dove lavora per altri ventitre anni, fino a 1990, quando 87-enne, va definitivamente in pensione. Tra le numerose opere è ricordato per una importante ipotesi, che va sotto il nome di *Tesi di Church-Turing, asserente che qualsiasi funzione intuitivamente calcolabile è una funzione calcolabile anche mediante una Macchina di Turing*. Non si tratta di un teorema perché i presupposti della cosa non sono chiaramente definiti ma questa tesi è considerata una delle frontiere da raggiungere teoricamente in modo completo e compiuto. Notizie in www.apav.it - Comunicazione, Scienze e Società/ biografie

rezza in caso d'incendio ed altro ancora.

Da ricordare che i computer attuali permettono non solo la gestione dei *floppy disk*, come nel passato, ma anche la visione e la masterizzazione di Cd e Dvd, e lo scaricamento diretto dei files da memorie di massa quali i *mini dischetti*, i *memory stick*, le *flash card* ecc. provenienti da macchine fotografiche digitali. Sono molto diffuse anche le cosiddette "penne", con le quali si possono trasportare agevolmente informazioni per diversi gigabyte. Il collegamento di questi piccoli hardware al computer può avvenire, in modo efficiente, anche attraverso le cosiddette porte Usb.

Anche se non ha suscitato grandi entusiasmi un'interessante innovazione è il lettore di e-book, un libro elettronico delle dimensioni e del peso di un normale libro ma dotato di uno schermo di lettura dove appaiono le pagine. Tra di esse è possibile effettuare ricerche mirate e inserire segnalibri con la possibilità di prendere appunti. Ad esempio *Libriè* realizzato da Sony, Philips e E-Link pesa 300 grammi, ha uno spessore di 213 millimetri e contiene circa 500 volumi.

L'*iPod*, il lettore personale mp3 di musica della Apple ha sostituito, nel nuovo millennio, il walkman digitale e non a caso visto la sua straordinaria capacità di trasportare fino a 15.000 musiche. Può inoltre essere utilizzato come rubrica, agenda, macchinetta fotografica digitale, voice recorder, player video.

Veri e propri elettrodomestici si sono trasformate le nuove console XBOX 360, PlayStation 3 e PSP (PlayStation Portable). Infatti tali strumenti non vengono più considerati semplici console per giocare, ma veri e propri sistemi per l'intrattenimento, in quanto permettono ad esempio la riproduzione di Dvd, il gioco online, la videoregistrazione su Hd o Dvd, la riproduzione di musica e tante altre funzionalità tipiche degli elettrodomestici.

Dando uno sguardo al futuro, il lavoro manuale sarà più facile grazie agli *esoscheletri* che saranno altamente informatizzati e moltiplicheranno le capacità fisiche dell'uomo. Inoltre alcuni sistemi come ad esempio il "*Windows Media Center*" della Microsoft che è un unico

PC dedicato, saranno in grado di gestire da un unico apparecchio - tramite telecomando - Tv, radio, ascoltare e/o registrare musica da radio o da Cd, vedere e/o registrare un filmato dalla Tv o da una videocamera, navigare in rete, e anche interrompere e registrare in differita un programma che si sta vedendo in diretta, riprendendo la visione da dove si era lasciata.

L'*Informatica Pratica* si occupa della formulazione corretta di algoritmi per il calcolatore; molto importanti sono la definizione dei linguaggi di programmazione, lo sviluppo dei programmi di traduzione (interpreti) e dei sistemi operativi. Prepara inoltre metodi per la raccolta di grandi quantità di informazioni in "banche dati" e per l'accesso alle stesse. Nell'*Informatica Pratica* ci si occupa, tra l'altro, di tutti i vari programmi di produttività personale come elaborazione di testi, fogli di calcolo, presentazioni, agenda, grafica tecnica, grafica artistica, fotoritocco, musica, video, traduttori. Inoltre i programmi suddetti possono subire varianti e di essi possono essere presentate versioni aggiornate o addirittura essere assorbiti da programmi nuovi.

Anche se l'*Informatica Applicata* non è una raccolta delle applicazioni disponibili tuttavia è utile segnalare gli studi dei molteplici settori che ne fanno parte: influenza dell'informatica e delle banche dati sulla società e sull'individuo (informatica, comunicazione e società); protezione dell'informazione (teoria dei codici correttori, crittografia, crittoanalisi, autenticazione, firma digitale); legislazione informatica (informatica giuridica)¹⁰⁴ e le molteplici tematiche¹⁰⁵ trattate in questo contesto; telecomunicazioni in campo medico (telemedicina) che risalgono al '68 sulla spinta dei controlli telematici dei cosmonauti¹⁰⁶; telechirurgia nella quale la realtà virtuale è utilizzata per operare a distanza con l'aiuto di robot; progettazione

¹⁰⁴ L'informatica giuridica parte dall'osservare che in una società sempre più informatizzata, il diritto non può e quindi non è indifferente davanti ai mutamenti di rapporti dovuti e prodotti dall'avvento di nuove tecnologie. Non vi è dubbio che alcuni concetti di rapporti tra le parti, come ad esempio i diritti d'autore per un libro o un disco, o altro, subiscano mutamenti con l'avvento di una struttura come Internet. Si aggiungano ancora le problematiche e il diritto dell'*open source*, la nuova frontiera libera che non avendo regole diventa pericolosa da gestire. Tuttavia *privacy*, firma elettronica, *e-commerce*, *e-government* sono al momento nell'informatica giuridica e nella Filosofia del diritto.

¹⁰⁵ Si vedano, ad esempio, i volumi seguenti: a) A.A.V.V. *Parola chiave: Informazione* (a cura di Amato Mangiameli A.), Giuffrè, Milano, 2004. Il volume contiene in particolare articoli di Franco Eugeni ed Ennio Cortellini, e complessivamente illustra numerose interessanti tematiche. b) Fioriglio G., *Temie di Informatica giuridica*, Aracne, Roma 2004, con tematiche tipiche dell'informatica giuridica.

¹⁰⁶ La telemedicina oggi in Italia è estesa a tutta la penisola con sistemi di monitoraggio di vario tipo: teleassistenza, monitoraggi e telesoccorso a cardiopatici, dialici ed anziani che vivono soli, servizi per non vedenti, servizi di videotelefonía per sordomuti, programmi di gestione di servizi socio-sanitari a distanza e una nuova generazione di piccoli apparecchi di monitoraggio.

e costruzione di protesi informatizzate del tipo più disparato, ma anche di protesi di tipo psicologico che riproducono realtà virtuali di aiuto riabilitativo; bioinformatica, materia multidisciplinare che affronta con metodiche proprie delle scienze dell'informazione e computazionali, i problemi della biologia con lo scopo di gestire e analizzare l'enorme mole di dati provenienti dagli studi della moderna biologia e dalle biotecnologie; modellazione su computer dei fenomeni atmosferici e altre forme di modellazione informatica come le previsioni di eventi macro-climatici.

L'avvento di Internet ha permesso la creazione e la gestione di tutta una serie di servizi impensabile nell'era pre-internet. L'elenco che segue non è certo esaustivo, ma serve a dare un'idea dei servizi cui è possibile accedere a partire da un computer proprio o di un operatore a nostra disposizione. Tra le varie, appunto, ricordiamo le seguenti.

La creazione di strumenti per la navigazione *on-line*. Primi tra tutti i *browser* che sono programmi che ci permettono di entrare in Internet per la visualizzazione delle pagine informative messe in rete. Tra i più diffusi *Internet Explorer*, *Netscape*, *Mozilla* ed oggi anche *Maxthon* e *Firefox*. Poi ci sono i cosiddetti *motori di ricerca* che permettono la ricerca di voci in Internet. Ogni motore ha le sue regole per assemblare le parole chiave. L'idea è che se ricerco il personaggio Sherlock Holmes scrivendo la due parole separate ricerco anche le parole Sherlock ed Holmes da sole. Ricercando Sherlock Holmes da un motore di ricerca è facile ottenere 2.000 pagine web, quindi una ricerca va di fatto maggiormente specificata per non annegare nella navigazione. Solo due anni fa erano molti i motori di ricerca messi in atto per il Web, tra questi *Altavista*, *Yahoo* e tanti altri. Oggi il motore più diffuso, divenuto un vero e proprio standard per la ricerca, è Google. Vi sono poi motori di ricerca, di dimensioni ridotte, e utilizzati per scopi particolari. Ad esempio, nel sito *www.apav.it*, sito dell'*Accademia Piceno Aprutina dei Velati*, è stata digitalizzata la *Rivista Ratio Mathematica*, che nel periodo 1990/2004 ha pubblicato

- in tiratura limitata - 14 fascicoli, introvabili fino a poco tempo fa. Ora la rivista è on-line su APAV ed un motore di ricerca permette al suo interno di ricercare, ad esempio, tutti gli articoli aventi per autore Franco Eugeni, o nel cui titolo vi è la parola "Codice" o "Crittografia" e così via.

L'applicazione Internet più conosciuta e più utilizzata attualmente è la posta elettronica o *e-mail* (*electronic mail*) che consente di scambiare, in un brevissimo lasso temporale, messaggi elettronici tramite la rete di calcolatori. Ciascun utente può possedere una o più caselle e-mail, su cui può ricevere messaggi e a ciascuna casella sono associati uno o più indirizzi di e-mail che hanno la forma: *nomentente@dominio*.

Non si può non menzionare il *Navigator*, navigatore GPS (Global Position System), sistema che collega automobili e satelliti, che offre la possibilità, all'interno di una città, di essere guidati da una voce preregistrata in maniera da orientarsi anche quando la città è sconosciuta con rispetto dei sensi vietati, dei percorsi minimi e - in futuro - anche con un'ottimizzazione che tenga conto statisticamente dell'intensità del traffico.

Per la velocità di accesso alla rete si possono usare vari tipi di connessione. Accanto alle connessioni dirette che viaggiano nel canale telefonico con le medesime frequenze dei messaggi telefonici ordinari vi sono anche linee di frequenza diversa, dedicate solo alla connessione Internet, come le cosiddette linee ADSL, diffuso acronimo di *Asynchronous Digital Subscriber Line*, offerte oramai anche dalle compagnie telefoniche alternative, che permettono un tipo di connessione più rapida e di maggior efficienza con accessi molto più veloci rispetto all'accesso tradizionale. Altri servizi ormai diffusissimi sono l'utilizzo da parte dei tour-operator di banche dati e reti per attività connesse al turismo quali presentazione e prenotazione di vacanze in villaggi e località di interesse dei clienti.

Da ricordare inoltre servizi bancari ed assicurativi *on-line*. Oggi, attraverso la rete, è possibile, non solo controllare il proprio conto corrente bancario, eseguire bonifici da casa e pagare effetti, ma

anche ottenere mutui e finanziamenti per immobili ed altro.

Ci sono poi i negozi virtuali. Tra i vari *Amazon* che permette l'acquisto efficiente di libri on-line ma anche di Cd ed altro nelle sue varie accezioni (come ad esempio: *www.amazon.com*, *www.amazon.fr*, *www.amazon.co.uk*) con registrazione dell'utente per ordini successivi. Tale registrazione protegge il numero di carta di credito e la data di *expiration* (scadenza) della stessa. Interessante anche l'esistenza, in Amazon, di un commercio dell'antiquariato. Con adeguate (magari costose) scelte del sistema di spedizione si riesce ad avere un oggetto a casa propria anche in 24 ore.

E ci sono le aste *on-line*, quali quelle di *e-bay* (*www.ebay.it*) che permettono a volte, alle categorie interessate, di fare dei veri e propri affari in rete. Perfino il vecchio mercato della compravendita di fumetti, gialli, fantascienza, romanzi popolari ed altro, quali francobolli, figurine, monete, materiale militare e quant'altro, è ormai possibile in rete. Così alle bancarelle, ai rigattieri, ai negozi specializzati e ai commercianti per corrispondenza (che oggi hanno tutti il loro sito Internet) si è affiancato il mercato parallelo *on-line*, in grado di fare anche da calmiere dei prezzi, mettendoli quanto meno a confronto. Un'ottima novità del settore sono i cosiddetti *Blog* (da *web* = ragnatela e *log* = diario), ovvero i siti, spesso personali, con notizie a volte affastellate in prima pagina, gestiti da esperti che filtrano e disinquinano le informazioni di un determinato campo. Le strutture dei *Blog* sono spesso molto semplici, fanno poco uso di link interni, prediligono la linearità invece che la classica struttura ad albero dei siti. Nei *Blog* si trovano spesso dei forum che raccolgono opinioni anche commentate, tesi proposte, notizie e a volte anche le chat; così partecipare ad un *Blog*, è come partecipare ad un qualcosa che in parte simile ad una conversazione ma anche in parte simile ad un convegno, in altre parole partecipare ad un'interazione con un blocco di volumi specializzati e ad un contatto con chi, a riguardo, ne sa. Si è valutato che esistono 500.000 *Blog* negli Stati Uniti e oltre 3.000 in Italia¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Vedi a riguardo: *bloggando.splinder.com*, *www.splinder.com*, *www.blogger.com*.

L'ultimo sottosettore dell'informatica è quello dell'*Informatica Umanistica* di cui ci siamo occupati nel paragrafo 1.4. e che, ricordiamo, si occupa dei rapporti tra l'informatica, in quanto veicolo e supporto di contenuti, e i valori culturali del mondo umanistico in genere e di tutto quanto attiene ai rapporti della gestione e della conservazione del sapere.

Un'operazione tipica di interesse del settore è la digitalizzazione dei testi per la loro conservazione. Un esempio di questo procedimento è stata data poco sopra a riguardo della *Rivista Ratio Matematica* (digitalizzata e reperibile in www.apav.it).

Altri interessanti progetti di Informatica Umanistica risultano essere: *Liber Liber* (www.liberliber.it), "nota per il progetto di biblioteca telematica accessibile gratuitamente (progetto Manuzio), è una Onlus (organizzazione non lucrativa di utilità sociale) che ha come obiettivo la promozione di ogni espressione artistica e intellettuale. In particolare, Liber Liber si propone di favorire l'utilizzazione consapevole delle tecnologie informatiche in campo umanistico e di avvicinare la cultura umanistica e quella scientifica"¹⁰⁸; *IBM Digital Library*, un'applicazione che consente la gestione e la catalogazione di grandi quantità di informazioni elaborate per diversi tipi di media includendo tecnologie per la cattura, creazione, e digitalizzazione di vari materiali¹⁰⁹; *Manuali.it* (www.manuali.it), un portale web il cui scopo principale è quello di raccogliere e classificare tutti i manuali, in italiano ed inglese, presenti su Internet.

Manuali.it è una vera e propria "biblioteca verticale" (si noti come su Internet sia molto più facile il poter creare biblioteche di carattere verticale, cioè biblioteche che si specializzano solo su alcune tipologie di libri che raccolgono) che permette di trovare e scaricare gratuitamente, oltre 2.500 manuali suddivisi in dieci categorie. La natura dei manuali può essere sia in formato *word* (della Microsoft) sia sotto forma di documenti che sono vere e proprie immagini "rilegate". Ogni guida, all'interno del sistema, oltre ad essere classificata, viene indicizzata attraverso delle parole chiavi che permettono

¹⁰⁸ *Cos'è Liber Liber*, culturitalia.uibk.ac.at/LIBERLIBER/comunicare/chisiamo/index.htm

¹⁰⁹ Tale sistema ha permesso pochi anni fa di digitalizzare l'intera Libreria del Vaticano che oggi è fruibile via Internet.

la ricerca testuale in base alle proprie esigenze. Ad esempio *Google Print* e *Google Ricerca Libri* (www.google.it), prevedono la possibilità per ogni editore o biblioteca che ne fa richiesta, di inviare i propri libri in formato cartaceo a *Google* che provvederà a digitalizzare le parti del libro indicate dall'editore o dalla biblioteca, nel rispetto delle normative sul copyright. Una volta trasferiti in rete, i libri o le parti di esso, saranno disponibili su Internet attraverso l'omonimo motore di ricerca.

Un fenomeno di vasta portata è la gestione culturale in termini di comprensione ed utilizzo delle informazioni. All'Università di Berkeley hanno valutato, per fornire un'idea del reale flusso di informazioni che oggi ci bombardano, che in questo ultimo anno sono stati immagazzinati su *hard disk*, carta e pellicola circa 5 exabyte - la nuova unità di misura dell'informazione pari ad un miliardo di Gb (Gigabyte) - di nuove informazioni. Per avere un paragone concreto si tratta dell'equivalente cartaceo di 37.000 biblioteche del livello della Biblioteca del congresso USA, che contiene all'incirca 17.000 libri.

Emerge chiaramente che la ricerca delle informazioni è una nuova forma di conoscenza sulla quale sarà importante istruirsi sempre di più ed anche investire tempo, intelletto e denaro per migliorare le tecniche dei motori di ricerca e scoprire come inserire in essi strategie più selettive. Ciò conduce a operare strategie atte alla eliminazione dei cosiddetti "contenuti spazzatura" che inquinano sempre maggiormente quel territorio virtuale che costituisce la nostra giungla delle informazioni.

L'evoluzione della cultura letteraria, proprio a seguito dei nuovi media - informatica compresa - ha aperto nuove vie per cui a volte, nelle attuali conversazioni, è forse più importante conoscere quanto scrive Umberto Eco che non ciò che scriveva Giovanni Pascoli. Entrano inoltre nella letteratura vecchi fenomeni letterari riabilitati dalla cultura di massa, quali il romanzo popolare di ieri, le *fiction* di oggi e i nuovi fenomeni letterari di autori di mondi impostisi da poco. I

canali nei quali siamo immersi ci inondano di immagini, i messaggi ci arrivano per *e-mail*, attraverso *Sms* ed anche dai vecchi media. Una foto scattata da un telefonino ed inviataci per via *e-mail* dallo stesso, spesso contiene più informazioni di un file di testo.

Occorre imparare a leggere tutto questo, è una lettura nuova. Un esperimento facile: registrate un testo di un qualsiasi personaggio brillante che con il suo parlare e con la sua immagine fa *audience* e provate a sbobinare il testo registrato. Avrete sicuramente una grande delusione, poiché in realtà avrete fatto una traduzione dal linguaggio per cui il *medium* era stato progettato, ad un altro per il quale il *medium* non era stato progettato.

5.2. L'informatica come disciplina

I professionisti dell'informatica, o se vogliamo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, si occupano di studiare, creare e gestire tutto ciò che è necessario - agli individui - per vivere in modo confortevole, con servizi sempre più efficienti e numerosi, nella moderna società dell'informazione. Questa disciplina, proprio per la complessità del problema generale che tenta di risolvere, come abbiamo visto anche nel precedente paragrafo, contiene al suo interno varie aree di interesse, dalla scienza dell'informazione all'ingegneria dei calcolatori, dall'ingegneria del software alle applicazioni per domini specifici, dalla processazione delle informazioni ai sistemi di elaboratori, e così via.

L'informatica è nata come disciplina a sé stante intorno agli anni Quaranta, periodo in cui cominciarono a nascere progetti e dipartimenti di ricerca, insegnamenti e corsi di studio ad essa dedicati. Fin dall'inizio, i contenuti dell'informatica erano costituiti dalla confluenza di una serie di studi, principalmente sulla logica matematica, sulla teoria degli algoritmi, e sugli elaboratori elettronici in grado

di memorizzare programmi. Esempi di questa confluenza sono gli algoritmi di Ada Lovelace, i lavori di Kurt Godel sugli algoritmi e di Alan Turing sulla realizzazione di macchine come insiemi di regole, gli scritti di John von Neumann sui programmi memorizzati, i computer analogici di Vannevar Bush e quelli elettronici di Howard Aiken e Konrad Zuse¹¹⁰.

Fin dai primi lavori, inoltre, emerge chiaramente l'idea che il concetto principale al centro della nuova disciplina sia la computazione, ovvero lo studio sistematico dei processi algoritmici, ovvero la teoria, l'analisi, il design, l'efficienza, l'implementazione e la loro applicazione. La domanda fondamentale alle sue radici può essere così sintetizzata: cosa può essere automatizzato efficientemente?

Anche se la scienza dei calcolatori si occupa di processi di informazione naturali ed artificiali, cioè quelli creati intenzionalmente dall'uomo, sono questi ultimi ad essere stati al centro per molto tempo. Fino agli anni Ottanta, infatti, i calcolatori erano visti e studiati principalmente come calcolatori numerici, manipolatori di simboli, processori di informazioni. Da allora, tanto il personal computer nelle nostre case, tanto la rete mondiale Internet, hanno contribuito al rapido sviluppo di altri aspetti, in particolar modo hanno permesso di coordinare tutti gli sviluppi e le informazioni, garantendo una comunicazione mirata, tempestiva ed in genere esauriente.

Oggi buona parte della conoscenza acquisita riguarda la computazione digitale e tutti i fenomeni che la circondano, dalla struttura delle operazioni che sui computer si possono effettivamente svolgere ai principi generali della programmazione, dai modelli di calcolo che possono implementare le procedure computazionali alla progettazione delle tecniche e delle regole di comunicazione all'interno dei sistemi di calcolatori, dai metodi effettivi per elaborare le informazioni sugli elaboratori alle limitazioni che queste hanno intrinsecamente o in riferimento alla centrale di calcolo. Non vanno poi dimenticate le interazioni con altri campi del sapere, tenendo conto che il calcolatore "strumento", in tutti i campi dello scibile si

¹¹⁰ Denning P. J., "Computer Science: the discipline", *Encyclopedia of Computer Science*, ed. A. Ralston and D. Hemmendinger, 2000.

trasforma da "oggetto del sapere" a "mezzo per il sapere". Dunque il campo di indagine si esternalizza verso altre aree, pur lasciando intatte le possibilità di nuovi approfondimenti che trovano respiro al suo proprio interno. Anche per queste ragioni, oggi sono nate molte problematiche che riguardano principalmente l'uso concreto dei calcolatori, per scopi diversificati. In altre parole la trasparenza, la dipendenza, l'affidabilità, l'usabilità e la sicurezza.

Ma questo breve e concentrato sviluppo della computazione ha anche fornito la possibilità, ad altri campi, di modellare le proprie conoscenze come processi di informazione, seguendo schemi e modelli generali o creati per altre discipline. In alcuni casi, più che modelli pratici di inquadramento, essa ha fornito modelli concettuali per la comprensione dei fenomeni. Ne è un esempio la biologia, che oggi guarda al DNA come ad una codifica di informazioni dell'organismo che lo sintetizza e lo rappresenta in modo sintetico, unico, completo. La stessa biologia, e la bioinformatica in particolare si avvale della ricerca informatica per trovare algoritmi che possano costruire intere sequenze genomiche a partire da frammenti cromosomici provenienti da varie basi di dati, o per simulare parti del corpo come occhi ed orecchie, memorie biologiche, ecc.

Ma forse l'esempio più rappresentativo di questa tendenza è stato il fortissimo legame creatosi per molti anni tra psicologi, scienziati cognitivi, neuroscienziati e studiosi di modelli computazionali. Questi studiosi, infatti, hanno collaborato a lungo nell'idea di costruire modelli adeguati a rappresentare e simulare la cognizione umana e di altri organismi.

Il ruolo chiave della disciplina è svolto dal computer, il calcolatore digitale. Oggi il modello è quello ideato da Alan Turing, della macchina di computazione universale. Se provvisto di una sufficiente capacità di memoria, un calcolatore può simulare qualsiasi processazione delle informazioni, a patto che il compito sia specificabile con un insieme non ambiguo di istruzioni, ovvero se le nostre leggi del pensiero ci permettono di sintetizzarne, passo passo, natura e scopo.

Se una tale rappresentazione è possibile, il compito complessivo può allora essere rappresentato come programma, sequenza di istruzioni, immagazzinabile nella memoria ed eseguibile su richiesta.

Dunque le competenze generalmente coinvolte, nello studio e nella ricerca informatica, sono racchiudibili in quattro elementi coagulanti: il pensiero algoritmico, la rappresentazione delle informazioni, la programmazione e la progettazione dei programmi.

Il pensiero algoritmico è quello per cui è possibile una formulazione delle azioni in termini di procedure *step by step* che danno un risultato non ambiguo se portati a termine da qualsiasi persona (o da una macchina opportuna). In fondo, è un'interpretazione del mondo. Questo tipo di pensiero è molto simile al tipico pensiero scientifico, in cui si cercano punti e modalità di osservazione con lo scopo di comprendere e riprodurre i fenomeni della natura.

La rappresentazione, invece, riguarda la modalità con cui i dati sono memorizzati. Questo aspetto non coinvolge solo superficialmente la quantità delle informazioni da rappresentare, ma anche la vera e propria rappresentazione. Si ragiona anche sull'uso effettivo di queste informazioni una volta che il processo viene portato a termine e sulle strategie di rappresentazione per avere risultati efficienti nella gestione dei sistemi di ricerca. L'esempio tipico è quello dell'elenco telefonico di una città. I numeri potrebbero essere ordinati in ordine numerico, sarebbe ciò che effettivamente rende più semplice il lavoro da parte di una compagnia telefonica per mettere a punto questo sistema informativo. Ma quando ci si chiede quale sia il numero della persona X, la ricerca sarebbe inefficiente, ovvero abbastanza lunga da eseguire, tanto per noi, tanto da una macchina su cui l'intero elenco fosse caricato. Questo modo di organizzare le informazioni è in effetti utile soprattutto se la domanda posta sia invece di sapere quale sia la persona a cui è assegnato il numero Y. L'organizzazione migliore, in questo caso, è proprio quella dei nostri comuni elenchi telefonici, in cui i nominativi sono organizzati in ordine alfabetico. Ma oltre alla organizzazione dei dati, la capacità di rappresentazione in-

clude anche l'invenzione di processi per codificare e decodificare i fenomeni e permetterne l'elaborazione algoritmica. Ad esempio la rappresentazione grafica di una funzione matematica, al centro della grafica vettoriale, oppure per ottenere documenti stampati simili a quelli presentati a video, a loro volta simili ai nostri comuni fogli cartacei.

La programmazione, utilizzando i presupposti creati dal pensiero algoritmico e dalla rappresentazione dei dati, realizza la sequenza di operazioni - altrimenti detto software - che conduce una macchina a comportarsi nel modo voluto. Questa capacità è realizzabile in modi differenti. Dopo una prima tendenza storica, comunque circoscritta temporalmente, in cui questa capacità veniva portata a termine da pochissime istruite persone che conoscevano un linguaggio molto lontano dal nostro, ma che era quello che rappresentava simbolicamente il flusso di informazioni elettroniche che dovevano essere presenti ed eseguite all'interno delle macchine per la computazione, si è tentato di astrarre il linguaggio portandolo più vicino al linguaggio che abitualmente utilizziamo. Tuttavia il nostro linguaggio ha forti limitazioni dal punto di vista logico, e pur avendo regole sintattiche, grammaticali ed ortografiche, proprio per la nostra capacità di confrontarci con le ambiguità e gli errori, ammette anche divagazioni ed errori all'interno di un'area di comprensione più o meno ristretta. Un linguaggio per queste macchine, sebbene possa essere avvicinato al nostro, deve avere, invece, una regolarità nella composizione delle frasi, deve eventualmente avere strumenti per correggerne gli errori di composizione, strumenti da predefinire alla computazione vera e propria, e soprattutto deve avere una sorta di traduttore per riportare senza sforzo umano la sequenza astratta di istruzione alla sequenza macchina vera e propria. Per questa ragione sono innanzitutto nati alcuni strumenti software: i compilatori, gli interpreti ed i traduttori. La differenza consiste principalmente nella dislocazione temporale e personale della rimodulazione, o della tipologia di operazioni ed informazioni da riformulare. Inoltre, proprio per la vastità e complessità dei nostri processi neu-

ronali e mentali, e quindi per la complessità degli scopi generalmente perseguiti e perseguibili con i calcolatori, non è stato ad oggi possibile racchiudere queste funzionalità tutte all'interno di un unico linguaggio. Per questa ragione, vi sono diversi linguaggi di programmazione, ciascuno con i propri punti di forza e limitazioni; vi sono strumenti per lo sviluppo di programmi, che aiutano nella verifica, nella correzione, nella modularità e nella compatibilità e vi sono i sistemi operativi, che controllano le operazioni interne dei calcolatori. Infine, la progettazione connette le altre quattro capacità ad utilità agli scopi ultimi della computazione. In questa area rientrano le problematiche ingegneristiche, l'integrazione dei componenti disponibili, il raccordo tra i vincoli di costo e di tempo, nonché il raccordo tra le richieste di affidabilità e di sicurezza.



Gli argomenti inerenti la computazione possono essere divisi in molteplici modi.

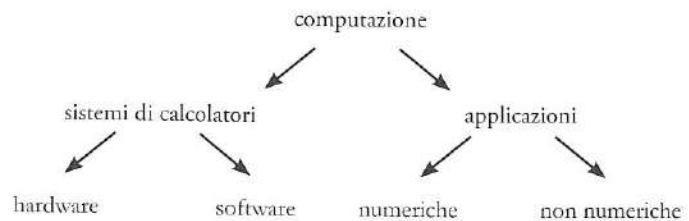
Una prima divisione, per certi versi grossolana, porta a due grandi aree: da un lato tutte le questioni relative alle strutture, meccanismi e schemi generali per l'elaborazione delle informazioni, ovvero i cosiddetti "sistemi" di elaborazione; dall'altro, tutte le questioni più direttamente legate alle specifiche elaborazioni delle informazioni ed alla rappresentazione di tali dati, ovvero l'insieme di tematiche che possiamo definire "applicazioni".

Le applicazioni, poi, possono essere divise in due aree principali a seconda che le informazioni trattate siano numeriche o non-numeriche. Nelle applicazioni numeriche sono dominanti i modelli e le funzioni matematiche ed i dati numerici. Queste applicazioni sono

a volte dirette conseguenze, ed in generale si nutrono largamente, dell'analisi numerica, dell'ottimizzazione, della simulazione, della geometria e della scienza computazionale. Nelle applicazioni non numeriche, invece, i problemi e l'informazione sono rappresentati come simboli e regole. Essi si avvalgono dei processori del linguaggio, dei sistemi multimediali, dei metodi costruiti dall'intelligenza artificiale, dei sistemi per la ricerca delle informazioni, e così via.

Anche i sistemi di calcolatori possono essere ulteriormente suddivisi in due tipologie di sistemi. I sistemi *hardware*, innanzitutto, che riguardano la progettazione logica, l'organizzazione delle macchine, i processori, le memorie ed i dispositivi, nonché le varie tecnologie, come la VLSI. Poi vi sono i sistemi *software*, che riguardano la rappresentazione a livello macchina di programmi e dati, di schemi per il controllo di programmi, degli ambienti di programmazione, gestione e comunicazioni sulle reti.

Anche in questo caso, comunque, le categorie elencate non sono definibili in modo netto e distinto.



5.3. Relazioni con le altre discipline

Per tradizione, ma anche per affinità nella ricerca speculativa, la scienza dei calcolatori è stata molto più vicina alla matematica che alla fisica, alla chimica o alla biologia. Ciò affonda le radici negli svi-

luppi iniziali di tutto il settore. Inizialmente, infatti, un ruolo chiave è stato giocato dalla logica matematica, a partire dai teoremi di Gödel e Turing, ma anche dall'algebra booleana per la progettazione dei circuiti nonché dalle procedure per la risoluzione di equazioni matematiche.

Ma la relazione tra informatica e matematica non è stata unidirezionale. Anche la matematica ne è risultata molto influenzata. In alcuni casi, i calcolatori sono stati essenziali per la matematica. Tra le situazioni più evidenti vi sono la possibilità di dimostrare tecnoremi (in cui la dimostrazione è di tipo esaustivo, cioè esaminandone la validità per ogni singola istanza) o la possibilità di costruire algoritmi per identificare strutture matematiche o per eseguire una funzione. Un esempio classico è il cosiddetto "problema dei quattro colori", in cui ci si chiede se siano sufficienti unicamente quattro colori per colorare ogni possibile cartina geografica senza per questo avere due stati confinanti colorati con lo stesso colore. La soluzione del teorema dei quattro colori risiede su un programma che ha testato un gran numero di casi come controesempi. Per queste ragioni, ad alcuni osservatori può sembrare che la computazione sia essenzialmente una scienza matematica.

Ma anche il legame con la fisica non è trascurabile. Basti soltanto pensare al fatto che ogni dispositivo di calcolo deve necessariamente, per le conoscenze che fino a questo punto abbiamo, utilizzare la materia e le sue proprietà fisiche per connotare i dati e renderne possibile l'elaborazione. Un esempio che può descrivere in toto questa sinergia sta nella possibilità di memorizzare informazioni permessa dalle diverse memorie: le memorie elettroniche, che utilizzano fenomeni atomici degli elettroni, le memorie magnetiche, che utilizzano fenomeni magnetici sempre a livello atomico, le memorie ottiche, che infine utilizzano le proprietà conosciute da quella parte della fisica che permette di rappresentare e riutilizzare i fenomeni ottici. Ma un nuovo legame, questa volta di ritorno come nel caso della matematica, sta nascendo con le scienze fisiche. In un gran vent-

glio di sottoaree della fisica, dalla chimica alla biologia, dalla geologia alla sismologia, dall'astronomia alla meteorologia, sono venuti alla luce alcuni grandi problemi, che costituiscono vere e proprie sfide. Per la risoluzione di questi problemi si richiede una grandissima potenza computazionale, in alcuni casi eseguita su nuove generazioni di calcolatori paralleli con nuovi tipi di algoritmi. Questi problemi includono la struttura cristallina, l'elettrodinamica quantistica, il calcolo delle proprietà chimiche dei materiali a partire dall'equazione di Schrödinger, la simulazione di aerei in volo, l'esplorazione spaziale, la modellazione climatica globale, l'esplorazione petrolifera, i modelli dell'universo, le previsioni meteorologiche, le previsioni di terremoti, i flussi di fluidi turbolenti, il sequenziamento del genoma umano¹¹¹.

Molti scienziati affermano che la computazione oggi è emersa come terzo paradigma della scienza, assieme alla teoria e l'esperimento. Per queste ed altre ragioni, la computazione potrebbe essere vista come un'attività peculiare delle scienze fisiche.

Poi vi è il legame tra l'ingegneria e l'informatica. Questo legame è molto più forte che tra qualunque disciplina scientifica e la sua controparte ingegneristica. In altri casi, come nel legame tra la chimica e l'ingegneria chimica, tra la fluidodinamica e la progettazione di aerei, tra la biologia e la farmacia, tra la fisica e l'ingegneria dei materiali, il legame seppur forte non è inscindibile e totalizzante. L'informatica in particolare, ha una forte eredità di ingegneria elettrica e molti metodi algoritmici sono stati inizialmente progettati per risolvere problemi di tipo ingegneristico. Ad esempio i circuiti elettronici, le telecomunicazioni, l'ingegneria grafica, la fabbricazione e la manifattura di sistemi. Di converso, ancora una volta, i calcolatori sono divenuti indispensabili in molte discipline ingegneristiche, ad esempio, nei simulatori di circuito, nei simulatori di flusso di campo, nella grafica vettoriale, nei sistemi di manifattura flessibili. Per queste ragioni, può sembrare che la computazione sia una scienza prettamente ingegneristica.

¹¹¹ *ibid.*

Chi ha ragione? Forse tutti.

La disciplina informatica appare in questo senso poliedrica e ricca di una serie di eredità provenienti dalle altre discipline scientifiche o ingegneristiche. E sempre di più in aggiunta alle reciproche influenze di cui sopra, la computazione interagisce con molte altre discipline, tra cui le scienze dell'archiviazione, le scienze gestionali, l'economia, le scienze giuridiche, le scienze psicologiche, le scienze cognitive e del comportamento, la linguistica, la filosofia, le scienze umanistiche, la medicina, la biologia, ecc.. Ci fermiamo qui, nella palese difficoltà di rendere la lista esaustiva.

La critica dei fondamenti dell'informatica è una disciplina di confine con l'informatica teorica; si occupa dei vari problemi filosofici che si creano all'interno della disciplina dal punto di vista fondazionale e delle implicazioni verso l'Intelligenza Artificiale (I.A.). Ci si chiede ad esempio se si possano o meno fare dimostrazioni automatiche, se la Logica e i suoi fondamenti sono interessanti o meno per la fondazione dell'informatica, come i grandi temi della Matematica influenzino concretamente le problematiche di sviluppo dell'informatica.

Tra le possibili aree di indagine, abbiamo scelto di dedicarci solo ad alcune che riteniamo capisaldi nell'indagine epistemologica della disciplina.

6.1. La teoria dell'informazione

La *teoria dell'informazione* è quel settore dell'informatica che si occupa di definire le basi teoriche su cui si fonda la scienza dell'informazione. La sua nascita è relativamente recente: essa viene fatta risalire al 1948, anno in cui Claude Shannon¹¹² pubblicò *Una teoria matematica della comunicazione*¹¹³, articolo considerato come una delle ricerche che fondarono la moderna teoria dell'informazione, in cui Shannon introduceva per la prima volta in modo sistematico lo studio del-

¹¹² Vedi nota su Shannon nel cap. 5.

¹¹³ Shannon C.E., *A Mathematical Theory of Communication*, in Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379-423, 623-656, July, October, 1948.

l'informazione e della comunicazione. Nel lavoro egli definì i componenti base delle comunicazioni digitali: l'informazione di partenza che crea il messaggio; l'individuo che, ricevute le informazioni, le traduce in messaggio da trasmettere lungo il canale; il canale, che funge da mezzo di trasmissione del segnale e che provvede a trasmetterlo a destinazione; il ricevitore, che riceve il segnale trasmesso lungo il canale e provvede a decodificarlo; il destinatario (persona o macchina), che riceve il messaggio e ne comprende il significato.

“La mia più grande preoccupazione era come chiamarla. Pensavo di chiamarla ‘informazione’, ma la parola era fin troppo usata, così decisi di chiamarla ‘incertezza’. Quando discussi della cosa con John Von Neumann, lui ebbe un’idea migliore. Mi disse che avrei dovuto chiamarla ‘entropia’, per due motivi: «Innanzitutto, la tua funzione d’incertezza è già nota nella meccanica statistica con quel nome. In secondo luogo, e più significativamente, nessuno sa cosa sia con certezza l’entropia’, così in una discussione sarai sempre in vantaggio».¹¹⁴

La teoria dell'informazione ha per oggetto lo studio delle leggi matematiche che regolano l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione. In particolare, si deve alla teoria dell'informazione la sistematizzazione dei metodi di misurazione e rappresentazione dell'informazione e la formulazione di relazioni fra variabili matematiche per ottenere un utilizzo ottimale dei sistemi di comunicazione nella trasmissione dei messaggi. Più semplicemente la suddetta teoria analizza, mediante i metodi della statistica e del calcolo delle probabilità, il problema di trasferire l'informazione da un luogo a un altro o, più semplicemente di memorizzarla per poi utilizzarla in un tempo successivo: il primo caso è tipico dei sistemi di comunicazione, mentre il secondo si verifica nei sistemi di elaborazione dati ovvero nei calcolatori elettronici.

La teoria dell'informazione riguarda tutte le forme di trasmissione e memorizzazione dei messaggi, comprese la televisione e le registrazioni magnetiche e ottiche dei dati. L'informazione, ovvero l'in-

¹¹⁴ *Entropia (teoria dell'informazione)*, in Wikipedia, l'enciclopedia libera", [it.wikipedia.org/wiki/Entropia_\(teoria_dell'informazione\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Entropia_(teoria_dell'informazione)).

sieme dei messaggi trasmessi, può essere costituita da voce o musica trasmesse per telefono o radio, da immagini diffuse con sistemi televisivi, da dati digitali trasferiti attraverso reti di comunicazione, ma anche dagli impulsi nervosi degli organismi viventi. La teoria dell'informazione trova numerose applicazioni in campi estremamente eterogenei come la cibernetica, la crittografia, la linguistica, la psicologia e la statistica.

L'opera di Shannon, dunque, afferma che un sistema di comunicazione è costituito da cinque componenti ideali: *sorgente dei messaggi*, *trasmettitore*, *canale e generatore di rumore*, *ricevitore*, *destinatario dei messaggi*. Ciascuno dei componenti il sistema svolge una funzione ben precisa: la sorgente dei messaggi sceglie nell'insieme dei messaggi possibili quello da trasmettere; il *trasmettitore* converte tali messaggi nella forma atta a superare la distanza che lo separa dal ricevitore, tenendo conto sia delle caratteristiche dei messaggi da trasmettere sia di quelle del canale di trasmissione; il *canale* è il mezzo in cui transita l'informazione: in questo tratto è sempre collocata una sorgente di rumore che disturba il sistema; il *ricevitore* compie l'operazione inversa del trasmettitore riconverte il messaggio in una forma comprensibile al destinatario; il *destinatario* dei messaggi interpreta e utilizza il messaggio.

Nel senso della teoria, l'informazione è definita come tutto il contenuto di variazione, novità e imprevedibilità di un messaggio che due sistemi interagenti si scambiano.

Un aspetto fondamentale della teoria dell'informazione è che l'informazione è una grandezza fisica misurabile, ad esempio la quantità media di informazione trasmessa, quando si riceve correttamente una lettera tipica dell'alfabeto usato per la comunicazione, è proporzionale al logaritmo del numero dei simboli usati nell'alfabeto, se questi sono equiprobabili. La quantità o incertezza di informazione presente in un segnale aleatorio è indicata con il termine *entropia*. Ad esempio se una situazione è perfettamente prevedibile a priori, allora non c'è incertezza possibile sull'informazione e l'entropia è nulla.

Negli altri casi l'entropia ha valore positivo, tanto più alto quanto più numerose sono le possibilità a priori del valore di un segnale, cioè quanto maggiore è l'incertezza su quale sarà il segnale. Usando una formulazione particolare, il valore dell'entropia è dato in *bit* (unità di misura dell'informazione). Shannon dimostra che una sorgente casuale d'informazione non può essere rappresentata con un numero di bit inferiore alla sua entropia. La definizione del sistema ottimale per il trasferimento di un messaggio deve dunque necessariamente passare per la misura del suo contenuto informativo che è a sua volta legato alla sua probabilità di mostrarsi entro un insieme di messaggi possibili: maggiore è la probabilità di realizzarsi, minore è il contenuto informativo. È abbastanza intuitivo che sarà il messaggio meno probabile, fra diverse alternative, a portare la massima quantità di informazione quando si verificherà, mentre il contenuto informativo di un messaggio atteso con certezza è 0.

La teoria dell'informazione introduce anche l'importante concetto di *rumore*, che in tutti i casi reali è associato alla trasmissione e alla conservazione dell'informazione. Il rumore è la componente casuale che si sovrappone al messaggio, alterandolo e rendendolo meno intelligibile. Per poter ricostruire il messaggio, anche se esso viene trasmesso su linee rumorose, si ricorre alla *ridondanza*: al messaggio vero e proprio si aggiungono dei codici che servono a verificare se ci sono state alterazioni casuali dell'informazione. Codici più complessi consentono di correggere gli errori, ricostruendo il messaggio originale. Per rappresentare correttamente il parlato della voce umana (ad esempio in forma digitale) sono necessarie diverse centinaia di migliaia di bit per ogni secondo, il contenuto di informazione è però solo di qualche centinaio di bit per secondo. La differenza è imputabile alla ridondanza del messaggio, che consente di comprendere la voce umana ricostruendo il messaggio anche da sole poche sillabe, persino in ambienti estremamente rumorosi.

Per architettura di un calcolatore elettronico si intende l'insieme delle principali unità funzionali di un calcolatore ed il modo in cui queste interagiscono. Oggi le funzioni di base di un calcolatore si potrebbero così riassumere:

- memorizzazione dei dati,
- elaborazione dei dati,
- trasferimento dei dati,
- controllo.

Ma che cos'è un computer? Ad una prima analisi possiamo dire che è una macchina che computa, ovvero che esegue un tipo di lavoro in maniera automatica, ovvero che esegue un algoritmo specificato in un linguaggio che può essere capito dalla macchina. Questa definizione, dunque, ricollega la nozione di computer a quella di algoritmo.

Peraltro, tra le molte definizioni di informatica, vi è quella proposta da Norman Gibbs e Allen Tucker¹¹⁵. Secondo questa definizione il concetto centrale dell'informatica è proprio quello di *algoritmo*¹¹⁶. L'informatica può essere considerata come la scienza della risoluzione di problemi mediante algoritmi. Gran parte del lavoro di ricerca e sviluppo in questa disciplina consiste nello scoprire algoritmi efficienti e corretti per un'ampia varietà di problemi interessanti, studiare le loro proprietà, progettare linguaggi di programmazione in cui tali algoritmi possano essere codificati, pianificare e costruire computer in grado di eseguire automaticamente tali algoritmi in maniera efficiente¹¹⁷. Ma non è possibile capire una disciplina come l'informatica senza comprendere a fondo tale concetto di importanza critica. Vediamo allora di definirlo.

Possiamo definire un algoritmo come un insieme di istruzioni, scritte, dati, ecc., codificate in un certo linguaggio, che stabilisce come si deve effettuare l'esecuzione di un certo lavoro.

Vediamo qualche esempio. Supponiamo di voler cucinare una pie-

¹¹⁵ Gibbs N. E. e Tucker A.B. *A Model Curriculum for a Liberal Arts Degree in Computer Science*, in "Comm. Of the ACM", vol. 29, n. 3 (marzo 1986).

¹¹⁶ La parola *algoritmo* deriva dal cognome di Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi, un famoso matematico persiano vissuto tra il nono e il decimo secolo. A lui si deve anche uno dei primi testi scolastici di matematica, dal cui titolo *Kitab al jabr w'al muqabala* (che in italiano si può tradurre approssimativamente in "regole di ripristino e riduzione") deriva la parola algebra (al jabr in arabo significa "riduzione"). Il cognome al-Khwarizmi fu latinizzato in *algoritmi*. Da Schneider G. M. e Gersting J.L., *Informatica*, Apogeo Education, Milano, 2007, p. 5.

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 7.

tanza. Allora un algoritmo sarà la sequenza di passi necessari per compiere questo "lavoro":

- Prendere una pentola
- Mettere mezzo bicchiere di olio di oliva nella pentola
- Mettere due aglio spezzettati nella pentola
- Mettere la pentola sul fuoco fino a che l'aglio è dorato
- Aggiungere 500 gr di pomodori nella pentola
- Cuocere per 15 minuti
- Aggiungere 8 foglie di basilico nella pentola
- Cuocere per 15 minuti
- Prendere una pentola più grande
- Riempirla d'acqua
- Metterci un pugno di sale
- Mettere la pentola sul fuoco fino a che l'acqua non bolle
- Buttare 500 gr di spaghetti nella pentola
- Cuocere per 9 minuti
- Scolare gli spaghetti
- Mescolare gli spaghetti al sugo della prima pentola

Un altro esempio potrebbe essere quello di effettuare un calcolo matematico a partire da un dato noto, ad esempio quanto vale una certa funzione in corrispondenza di un dato valore.

Ma possiamo descrivere anche un'attività artistica, ad esempio dipingere quadri con una serie di istruzioni fissate? Su questo i dubbi sono molteplici; la componente creativa è riassumibile in una sequenza logica di operazioni?

Una definizione esaustiva di algoritmo, per come lo si intende nella comunità scientifica attuale è: *un algoritmo è una particolare macchina di Turing oppure un programma della macchina di von Neumann.*

Dunque ci si avvale di due macchine particolari, la *macchina di Turing* e la *macchina di von Neumann*, cioè di due modelli di calcolo che così vengono ad essere, secondo questa definizione, modi di definire e/o eseguire algoritmi specifici. In altre parole, il concetto di algorit-

mo è strettamente connesso come tutto ciò che può essere eseguito dai due tipi di macchine appena menzionate.

Tra tutti i modelli di calcolo esistenti, le macchine di Turing e di von Neumann giocano un ruolo fondamentale. Il modello di calcolo descritto dalla MdT (Macchina di Turing, introdotta nel 1936) è importante perché è il primo modello di calcolo che sia stato definito ed è tuttora usato come definizione teorica di algoritmo. Il modello di calcolo descritto dalla macchina di von Neumann (introdotta nel 1946) è importante, invece, perché traduce in pratica il concetto di algoritmo.

In altre parole, tutti i più moderni computer sono oggi strutturati come una macchina di von Neumann.

Secondo Gibbs e Tucker è compito degli informatici progettare e sviluppare algoritmi per risolvere molti problemi importanti¹¹⁸. Il processo di progettazione comprende le seguenti attività: studiare il comportamento degli algoritmi per determinare se sono corretti ed efficienti (proprietà formali e matematiche); progettare e realizzare computer in grado di eseguire gli algoritmi (implementazioni hardware); progettare linguaggi di programmazione e tradurre in essi gli algoritmi in modo da poterli eseguire mediante l'hardware (implementazioni linguistiche); identificare problemi importanti e progettare applicazioni software corrette ed efficienti in grado di risolverli (applicazioni)¹¹⁹.

Se si utilizza questo elenco seguendo con cura le istruzioni nell'ordine specificato, una volta giunti al termine il problema si può considerare risolto¹²⁰.

Le sequenze di istruzioni elencate per risolvere i problemi sono esempi di soluzioni algoritmiche progettate, analizzate, implementate e collaudate dagli informatici. Le operazioni possono essere codificate in un linguaggio appropriato e fornite a un agente di calcolo (come un calcolatore elettronico o un robot) perché le esegua. Il dispositivo dovrebbe seguire meccanicamente le istruzioni e completare con successo il compito, senza la necessità di compren-

¹¹⁸ Schneider G. M. e Gersting J.L., *Informatica*, Apogeo Education, Milano, 2007, p. 3.

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 4.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 4.

dere i processi creativi che hanno portato a scoprire la soluzione, né i principi e i concetti alla base del problema.

Il robot si limita a eseguire i passi nell'ordine specificato (un requisito per gli algoritmi), completando con successo ciascuna operazione (altro requisito) e alla fine producendo il risultato desiderato in un tempo finito (altro requisito).

Come la rivoluzione industriale del diciannovesimo secolo consentì di utilizzare le macchine per svolgere lavori fisici ripetitivi, la "rivoluzione informatica" del ventesimo e ventunesimo secolo ci ha consentito di implementare algoritmi per meccanizzare e automatizzare l'esecuzione di attività mentali ripetitive, come la somma di lunghe colonne di numeri, la ricerca di nomi di un elenco telefonico, l'ordinamento di studenti per numero di corso, il recupero di prenotazioni alberghiere o aeree da un file contenente migliaia di record di dati. Questo processo di meccanizzazione offre la prospettiva di un'enorme crescita di produttività e consente alle persone di dedicarsi alle attività che esse sanno fare molto meglio dei computer, come creare nuove idee, stabilire regole, svolgere pianificazione di alto livello e determinare certamente un impiego molto più efficiente di quel particolarissimo agente di calcolo che è il cervello umano¹²¹.

6.3. Le macchine di Turing e von Neumann

In questo capitolo descriveremo le "macchine" del titolo peraltro più volte citate con maggiori dettagli, facendo anche riferimento ad aspetti tecnici

Nel 1854, il matematico britannico George Boole elaborò una matematica algebrica - di fondamentale importanza nella progettazione degli odierni computer - che da lui prese il nome. Nell'algebra booleana le procedure di calcolo si possono effettuare

¹²¹ Ibid., p. 13.

grazie a operatori matematici (And, Or, Not, ecc.) corrispondenti alle leggi della logica.

L'algebra di Boole entrò prepotentemente alla ribalta nel 1936, quando Alan Turing¹²², immaginò una "macchina" o "automa" che ai nostri occhi di oggi appare del tutto banale, esistente unicamente a livello teorico, con la quale dimostrò formalmente la possibilità di realizzare una macchina in grado di eseguire qualsiasi algoritmo: una procedura di calcolo o, più in generale, l'elenco delle operazioni necessarie per risolvere un problema in un numero finito di operazioni. Un'analisi, dunque, che si svolge su un piano unicamente astratto.

Una *macchina di Turing* (MdT) è definita da un insieme di regole che definiscono il comportamento della macchina su un nastro di input-output (lettura e scrittura). Il nastro può essere immaginato come un nastro di carta di lunghezza infinita, diviso in quadratini dette "celle" che formano una sequenza lineare di celle. Ogni cella contiene un simbolo oppure è vuota. Una MdT ha una testina che si sposta lungo il nastro leggendo, scrivendo oppure cancellando simboli nelle celle del nastro. La macchina analizza il nastro, una cella alla volta, iniziando dalla cella che contiene il simbolo più a sinistra nel nastro. La macchina di Turing contiene un insieme finito di stati, un alfabeto finito (comprendente un simbolo nullo) e un insieme finito di istruzioni.

Ad ogni passo, la macchina in accordo al suo stato interno corrente:

- legge un simbolo sul nastro,
- decide il suo prossimo stato interno,
- scrive un simbolo sul nastro,
- decide se spostare la testina (di una posizione).

Come per uno stato della mente di un essere umano, lo stato interno

¹²² Alan Turing nacque a Londra nel 1912 e morì suicida nel 1954 all'età di quarantadue anni, dopo aver mangiato una mela intinta nel cianuro. La biografia di Turing è appassionante quanto le sue ricerche perché egli era un eccentrico, un ateo anticonformista che mal si adeguava alle regole dell'Inghilterra conservatrice della prima metà del secolo ed era omosessuale, in tempi in cui l'omosessualità era un reato punibile con la prigione. Fu lui, negli anni Trenta, a coniare l'espressione "computer elettronico", e a porre le basi del concetto di intelligenza artificiale. E le conseguenze pratiche dei suoi studi hanno influito addirittura sull'esito del conflitto mondiale. Nel 1939 andò infatti a dirigere Bletchley Park, il quartier generale britannico per la comunicazione cifrata, in cui lavoravano matematici, linguisti, esperti di gioco d'azzardo ed enigmisti. L'obiettivo era la decodifica di "Enigma", il codice di comunicazione della Marina tedesca, che aveva resistito a ogni tentativo di decifrazione. Egli riuscì a decodificare il codice di trasmissione tedesco permettendo così alla marina inglese di decifrare tutte le comunicazioni nemiche. Dopo la guerra tentò inutilmente di dare all'Inghilterra un altro vantaggio sostanziale, con la costruzione di un cervello elettronico universale (un computer moderno), basato sugli studi teorici che egli aveva effettuato da studente, a ventitré anni, inventando quella che oggi si chiama "macchina di Turing". A titolo di ringraziamento per i suoi servizi l'Inghilterra dapprima lo decorò con l'Ordine dell'Impero Britannico, poi lo fece membro della Royal Society, ed infine lo processò nel 1952 per atti osceni in quanto omosessuale, condannandolo ad una cura ormonale che lo rese impotente. Cfr nota su Turing nel cap. 5.

di una MdT definisce l'ambiente in cui una decisione viene presa. In particolare, una MdT può avere solo un numero finito di stati.

Veniamo adesso al comportamento. Il comportamento di una MdT può essere programmato definendo un insieme di regole, o quintuple, del tipo:

(stato-interno-corrente, simbolo-letto, prossimo-stato-interno, simbolo-scritto, direzione).

Per esempio la quintupla (0, A, 1, B, -) indica che se la macchina si trova nello stato interno 0 e legge sul nastro il simbolo A, allora passa nello stato interno 1, scrive B sul nastro e non sposta la testina di lettura. La quintupla (1, B, 0, A, >) indica invece che se la macchina si trova nello stato interno 1 e legge sul nastro il simbolo B, allora passa nello stato interno 0, scrive A sul nastro e si sposta di una posizione a destra.

La macchina si ferma quando raggiunge uno stato finale. Il risultato calcolato dalla macchina di Turing è la sequenza dei simboli segnati sul nastro che sono conseguenza di tutti i cambiamenti di stato.

È abbastanza sorprendente che un dispositivo semplice come la macchina di Turing rappresenti il più potente strumento di calcolo conosciuto, nel senso che per ogni problema per cui è nota una procedura di soluzione è possibile formulare un algoritmo eseguibile da una macchina di Turing. Malgrado l'estrema semplicità di questa macchina, essa risulta capace (con un adatto assegnamento di istruzioni) di risolvere problemi di grande complessità, ma la sua importanza non sta in tale capacità ma nell'essere uno strumento concettuale che permette di definire rigorosamente gli algoritmi e di ottenere risultati di grande generalità. Le ricerche finora condotte fanno pensare che qualsiasi algoritmo possa essere realizzato mediante una macchina di Turing. L'accettazione di questa ipotesi ci porta a considerare la teoria degli algoritmi come coincidente con la teoria della macchina di Turing.

La domanda che si pone il matematico britannico appartiene ad un classico dominio di indagine del pensiero occidentale: *che cosa significa calcolare?*

L'indagine compiuta da Turing, dunque, prende le mosse dall'analisi dell'attività umana del calcolare, con particolare riguardo al processo di calcolo, da cui nasce l'idea stessa di macchina di Turing: un dispositivo di calcolo in grado di operare, mediante una successione (finita) di passi, secondo determinate regole (programma), su di un numero finito di simboli, facendo astrazione da limiti di spazio (memoria), di tempo (lunghezza della computazione) e da possibili errori di calcolo.

È importante sottolineare come l'attenzione di Turing sia rivolta al processo di calcolo, indipendentemente da come esso avviene fisicamente. In modo rigoroso, infatti, una MdT è un dispositivo ideale, cioè indipendente da ogni sua possibile realizzazione fisica.

Sulla base della nozione di MdT possiamo definire il concetto di funzione (parziale) Turing-computabile. Una funzione (parziale) $f(a)$ si dice Turing-computabile se esiste una MdT, diciamo T , che è in grado di computare, con un numero finito di passi il suo valore (se esiste). Questa definizione fa però intravedere anche la possibile esistenza di funzioni che una MdT non può calcolare.

L'analisi di Turing riguarda i processi di calcolo eseguibili da un essere umano (U) idealizzato, cioè le azioni che U compie mentre computa, e si basa sull'individuazione di alcune *condizioni di finitezza*, giustificate dal fatto che memoria e percezione, coinvolte nel processo di calcolo, hanno dei limiti, e di *condizioni di determinatezza*, giustificate dalla richiesta che l'attività di calcolo sia determinata da una procedura (cioè non permetta scelte arbitrarie).

Ipotizziamo un calcolo su un nastro (avviene quindi in uno spazio unidimensionale) finito, ma estendibile a piacere. Vi sono innanzitutto delle *condizioni di finitezza* dell'intero processo di calcolo:

- il numero di simboli è fissato e finito, altrimenti, se il numero di simboli fosse infinito, per i limiti della nostra capacità di

percezione, avremmo simboli così simili fra loro che non riusciremmo a distinguerli;

- il numero di caselle del nastro osservabili in una volta è finito (questa richiesta è implicata dai limiti delle nostre capacità di percezione);
- è possibile ricordare distintamente solo un numero finito di stadi precedenti del processo di calcolo, altrimenti ci sarebbero stadi così simili uno all'altro che non sapremmo distinguerli. Turing afferma che la memoria è uno "stato mentale", ma intende con questo l'influenza degli stadi precedenti del calcolo su quello attuale.
- Le operazioni che si possono compiere sono:
 - cambiare il contenuto di alcune caselle osservate,
 - cambiare le caselle osservate (cioè spostare l'attenzione da una all'altra),
 - cambiare il proprio stato mentale (cioè quello che ricorda del calcolo),
 - osservare nuove caselle che si trovano al massimo ad una distanza prefissata L da una qualsiasi delle caselle osservate.

Infine, l'intero processo ha una *condizione di determinatezza*:

- le azioni di U , ad ogni istante, dipendono solo dai simboli contenuti nella casella osservata in quell'istante e dallo "stato mentale" corrente (cioè da quello che U ricorda in quel momento). Un procedimento così caratterizzato è simulabile da una macchina di Turing.

Ad una macchina di Turing associamo un procedimento di calcolo idealizzato, cioè supponiamo di non avere limiti di spazio (il nastro su cui il calcolo avviene è potenzialmente infinito) e di tempo, e che la macchina non commetta errori.

Viene definita, infine, la *macchina di Turing universale*, ovvero una macchina di Turing in grado di calcolare tutte le funzioni calcolabili da ogni singola macchina di Turing.

Allora possiamo dire, se l'analisi di Turing è corretta, che ogni funzione parziale a valori interi che può essere computata da un essere umano che soddisfa le condizioni di finitezza e determinatezza date sopra è Turing-computabile, cioè può essere computata da una macchina di Turing.

Resta da vedere se le condizioni date si applicano a qualsiasi processo di calcolo effettivamente eseguibile. La tesi di Turing afferma che *“ogni funzione parziale calcolabile con un algoritmo è una funzione parziale calcolabile da una macchina di Turing.”*

Il lavoro svolto da una particolare macchina di Turing in funzione, può quindi essere descritto come la trasformazione secondo regole delle informazioni depositate nella sua memoria.

La possibilità di identificare ogni macchina di Turing con il suo programma, cioè con quelle particolari informazioni che stabiliscono l'elenco delle operazioni da compiere, garantisce l'esistenza della macchina calcolatrice generica. Tuttavia, solo quando la tecnologia mise a disposizione una sufficiente quantità di memoria fu possibile realizzare concretamente una macchina calcolatrice programmabile. La macchina di Turing è quindi una macchina che elabora informazione in senso generico, e la specifica elaborazione compiuta in un caso particolare è completamente determinata dal programma che in quel caso ne detta le regole. Ciò significa che una macchina di Turing può fare tutto ciò che può essere descritto in un programma, presentandosi così come una entità dal comportamento estremamente flessibile.

Turing pensò una macchina astratta per fare questa elaborazione, una macchina che non è mai stata effettivamente costruita, sarebbe troppo scomoda da usare, ma che è servita a dimostrare le qualità ed i limiti dei calcolatori reali di più di qualsiasi calcolatore reale.

Il fatto che tutte le macchine sono casi particolari della macchina di Turing non è possibile dimostrarlo, ma è un principio, noto come *Tesi di Church*, che si è dimostrato vero in tutti i casi di macchine finora costruiti o anche solo pensati. Questa tesi, formulata nel 1936,

all'indomani dell'ideazione della macchina stessa, afferma: "ogni funzione intuitivamente computabile è computabile con la macchina di Turing" (intuitivamente significa che molte persone riconoscono l'algoritmo come computabile). La tesi di Turing, inoltre, si è dimostrata equivalente a quella di Church¹²³.

Le implicazioni di questa asserzione sono di notevole portata, infatti ne potremmo dedurre che:

- le basi teoriche dell'informatica prendono inizio da un solo argomento, al quale non si riduce, ma da cui si dipartono i vari punti di vista;
- se il fine delle nostre speculazioni è quello di concretizzare la costruzione di dispositivi di calcolo effettivamente funzionanti, è inutile tentare di costruire macchine diverse in quanto tutte le macchine costruibili materialmente hanno gli stessi limiti;
- seguendo la deduzione precedente, dal punto di vista dell'impatto di questa disciplina, l'importanza dell'informatica non sta nella teoria fondazionale ma nelle applicazioni.

Queste conclusioni hanno creato molte delusioni: per i meccanicisti, cioè per chi pensa al mondo come ad una complessa macchina in esecuzione, è difficile capire come poter spiegare le cose che la macchina di Turing non può eseguire; per chi non è meccanicista, invece, è difficile restringere il non meccanico a ciò che la macchina di Turing può fare.

Certamente la MdT non è stata creata per risolvere problemi del mondo reale ma per essere sufficientemente semplice per dimostrare con essa le proprietà del calcolo automatico.

Ma la macchina di Turing "non può capire se stessa". Si può dimostrare, infatti, che una macchina di Turing non può calcolare fino in fondo il comportamento di un'altra MdT o di se stessa senza dare luogo a contraddizioni. In altre parole, se trasformiamo anche la MdT in una serie di simboli da dare in pasto ad una MdT, non esiste una MdT in grado di assicurarci che la MdT in ingresso faccia bene il proprio lavoro. Un esempio è il classico problema della fermata,

¹²³ Cfr. nota 103, cap. 5.1..

ideato dallo stesso Turing nel suo lavoro originale.

Abbiamo una macchina di Turing qualsiasi M e le diamo un ingresso. Vogliamo sapere se essa si ferma oppure procede all'infinito. Supponiamo di costruire una macchina di Turing MF che, dati in ingresso i dati e le istruzioni della generica M , calcola se essa si ferma oppure no.

Costruiamo ora una seconda macchina MFL uguale a MF eccetto che in un particolare: dopo aver scoperto che la M si ferma questa esegue un loop infinito. Se esiste MF allora anche MFL si può facilmente costruire.

Supponiamo di prendere come macchina generica $M = MFL$, cioè chiediamo alla MFL di calcolare se essa stessa si ferma oppure no. Allora i casi che si presentano sono due:

- se MFL si ferma vuol dire che MFL ha scoperto che MFL non si ferma,
- se MFL non si ferma allora vuol dire MFL ha scoperto che MFL si ferma.

In entrambi i casi siamo arrivati a una conclusione assurda. Dunque, questa MdT non esiste e le macchine di Turing non possono capire se stesse.

Passiamo ora alla *macchina di von Neumann*¹²⁴. Essa è una terna (N, IS, P) dove:

$IN = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$ è l'insieme dei numeri naturali (rappresenta l'alfabeto della macchina);

¹²⁴ Si veda la nota biografica del cap. 5.

Il risultato più famoso di J.V.N. fu la scoperta che le bombe di grandi dimensioni sono più devastanti se scoppiano prima di toccare il suolo, a causa dell'effetto addizionale delle onde di detonazione. L'applicazione più infame del risultato si ebbe il 6 e 9 agosto del 1945, quando le più potenti bombe della storia detonarono sopra il suolo di Hiroshima e Nagasaki, all'altezza calcolata da Von Neumann affinché esse producessero il maggior danno aggiuntivo.

Questo non fu comunque l'unico contributo di Von Neumann alla guerra atomica. Egli proseguì imperterrita e divenne, assieme a Teller, il convinto padrino del successivo progetto di costruzione della bomba all'idrogeno (che fu approvato da Truman nonostante la raccomandazione contraria dell'apposito comitato presieduto da Oppenheimer, il quale pensava che gli scienziati avessero già fatto abbastanza male all'umanità).

Nell'agosto 1944, venuto a conoscenza dell'esistenza del calcolatore elettronico ENIAC (utilizzato per complessi calcoli balistici e per le tavole di tiro di armamenti sempre più sofisticati) Von Neumann si buttò a capofitto nel progetto e nel giro di quindici giorni dalla sua entrata in scena, il progetto del calcolatore veniva modificato in modo da permettere la memorizzazione interna del programma. La programmazione, che fino ad allora richiedeva una manipolazione diretta ed esterna dei collegamenti, era così ridotta ad un'operazione dello stesso tipo dell'inserimento dei dati, e l'ENIAC diveniva la prima realizzazione della macchina universale inventata da Alan Turing nel 1936: in altre parole, un computer programmabile nel senso moderno del termine.

Presso l'Istituto di Princeton egli si dedicò alla progettazione di un nuovo calcolatore, producendo una serie di lavori che portarono alla definizione di quella che oggi è nota come architettura Von Neumann: in particolare, la distinzione tra memoria primaria (ROM) e secondaria (RAM), e lo stile di programmazione mediante diagrammi di flusso. Cfr. nota 100, cap. 5.1..

IS = {ZERO, INC, SOM, SOT, MOL, DIV, UGUALE, MINORE, SALCOND, ALT} è l'Instruction Set ovvero l'insieme delle istruzioni generiche della macchina,

$P = \{I_0, I_1, I_2, I_3, \dots, I_{|P|-1}\}$ è una sequenza finita e non vuota di istruzioni specifiche prese dall'insieme IS in cui siano specificati particolari valori delle variabili. Questa sequenza è detta il programma della macchina.

• ZERO: $IN \rightarrow IN$
 $n \rightarrow ZERO(n) = 0$

• SOM: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow SOM(n, m) = n + m$
 il risultato della somma

• MOL: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow MOL(n, m) = n \times m$

• UGUALE: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow UGUALE(n, m) = \begin{cases} 1 & \text{se } n = m \\ 0 & \text{se } n \neq m \end{cases}$

• SALCOND: $IN \times J \rightarrow \text{azione}$
 $(n, j) \rightarrow SALCOND(n, j) = \begin{cases} \text{salta a } j & \text{se } n \neq 0 \\ \text{non salta a } j & \text{se } n = 0 \end{cases}$
 essendo $J = \{j \in N : 0 \leq j < |P| = 1\}$ un insieme finito di indici

• INC: $IN \rightarrow IN$
 $n \rightarrow INC(n) = n + 1$

• SOT: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow SOT(n, m) = \begin{cases} n - m & \text{se } n \geq m \\ 0 & \text{se } n < m \end{cases}$

• DIV: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow DIV(n, m) = [n/m]$
 prende il quoziente intero della divisione

• MINORE: $IN \times IN \rightarrow IN$
 $(n, m) \rightarrow MINORE(n, m) = \begin{cases} 1 & \text{se } n < m \\ 0 & \text{se } n \geq m \end{cases}$

• ALT: ferma la computazione della macchina

Un programma eseguibile dalla macchina di von Neumann consiste in una lista di istruzioni registrate in memoria centrale, che devono essere eseguite una alla volta secondo l'ordine specificato nel programma fino a quando non si incontra un'istruzione di arresto.

La geniale soluzione che venne trovata da von Neumann è quella di usare la memoria per conservare sia le istruzioni che i dati dei calcoli. L'hardware della macchina di von Neumann è costituito dalla memoria, ovvero dall'insieme delle locazioni di memoria, e dal processore. Inoltre:

- ad ogni locazione è associato l'indice della locazione nella se-

quenza, detto indirizzo della locazione di memoria

- nella memoria sono registrati il programma ed i dati del programma
- il programma è registrato nelle locazioni di memoria i cui indirizzi vanno da 0 a $|P| - 1$ (i-esima istruzione del programma registrata nella locazione i)

Il processore è costituito da 4 parti fondamentali:

- il contatore di programma, una locazione di memoria contenente l'indirizzo dell'istruzione da eseguire
- il registro delle istruzioni, una locazione di memoria contenente l'istruzione da eseguire
- l'unità aritmetica e logica, un sistema che esegue l'istruzione
- il controllo, un sistema che, attraverso una sequenza di cambiamenti di stato, fa avvenire l'esecuzione dell'istruzione, dunque ha il comando del processo.

La computazione della macchina avviene eseguendo le istruzioni del programma nell'ordine definito dal programma, a meno di salti condizionati, nel seguente modo:

- legge il contenuto del contatore, ovvero l'indirizzo dell'istruzione da eseguire;
- fa pervenire nel registro istruzioni (fetch) l'istruzione da eseguire;
- decodifica l'istruzione, ovvero "capisce" di quale istruzione si tratta (fra quelle possibili in IS);
- invia segnali all'unità logico-aritmetica per far eseguire l'istruzione;
- acquisisce dalla memoria i dati necessari (attraverso gli indirizzi delle locazioni di memoria). Se ad esempio l'istruzione è $SOM(M1, M2)$ $M1$ e $M2$ sono indirizzi di locazioni di memoria;
- aspetta che l'unità logico-aritmetica calcoli il risultato;
- registra il risultato nella locazione di memoria specificata dall'operando più a sinistra dell'istruzione. Se l'istruzione è

SOM(M1, M2) il risultato viene registrato nella locazione di memoria il cui indirizzo è M1. Se l'istruzione è un salto condizionato, il controllo registra nel contatore l'indirizzo della prossima istruzione;

- incrementa il contatore a meno che l'istruzione non sia un salto condizionato o un ALT;
- il ciclo si ripete fino a che non si incontra l'istruzione ALT.

La macchina di von Neumann, che abbiamo tirato in ballo in quanto strettamente legata al concetto attuale di algoritmo, ci fornisce anche il modello finale dei nostri attuali calcolatori. Se infatti la macchina di Turing ha avuto, ed ha ancora lo scopo di evidenziare le questioni fondamentali della computabilità ed i suoi limiti teorici, la macchina di von Neumann ci permette di avere un'architettura concretamente implementabile, che oggi trova applicazione nei nostri cosiddetti *calcolatori di proposito generale*. Questa possibilità deriva dal fatto che, in effetti, potendo rappresentare le stesse operazioni, gli stessi comportamenti che le macchine devono compiere nelle stesse modalità con cui si rappresentano i dati su cui l'esecuzione viene portata a compimento, non è più necessario avere macchine distinte per compiti distinti. Su una sola macchina, avendo sufficiente memoria a disposizione, è possibile eseguire tutti i compiti che noi vogliamo.

Per concludere ci poniamo e vi poniamo alcune domande. Quali sono le tendenze della vita odierna influenzate dalle nuove tecnologie? Il vivere nella società attuale sembra richiedere il possesso di tutta una serie di qualità e conoscenze che non erano del tutto indispensabili nel passato. Tra queste elenchiamo alcuni saperi e gestione dei saperi, che a nostro avviso meritano di essere rimarcati e ripensati: investimento sulla qualità dei saperi, con relativa maggior conoscenza sia della scienza che della tecnologia; capacità di sintesi, specie ai fini di comunicazioni rapide ed efficienti; tendenza ad operare nelle società di volontariato ai fini dello sviluppo di azioni di solidarietà.

Tali aspetti, comunque, vanno riletti in chiave moderna e, se si vuole, vanno aggiornati.

Vi è innanzitutto la necessità di acquisire capacità progettuali e di inventarsi nuove attività, spesso temporanee; rinuncia totale all'idea del posto fisso - sotto casa - per tutta la vita. Uno dei valori più importanti nella società di oggi è saper imparare. Per questo, intanto, occorre avere un metodo, ma l'aver metodo non è novità del mercato attuale; va solo osservato che oggi il metodo di apprendimento deve essere necessariamente dinamico per permettere a ciascuno di noi di partecipare al modello della Educazione Continua Permanente.

Bisogna inoltre acquisire capacità di operare velocemente, capacità di autoaggiornarsi con altrettanta rapidità, forte adattabilità a

riciclarsi professionalmente, anche in lavori paralleli. In altre parole acquisire la cosiddetta *occupabilità*. Un aspetto dell'occupabilità è la flessibilità sul lavoro: atteggiamento che coniuga, assieme al possesso di un metodo per imparare, una conoscenza tecnico-scientifica di qualità non disgiunta da varie competenze trasversali quali l'uso delle nuove tecnologie, disinvoltura all'uso di più lingue ma anche, a volte, conoscenze pratiche di psicologia sociale quali il saper lavorare e comunicare nei gruppi aventi come obiettivo una cooperazione efficiente.

Ricordare infine che l'investimento sulla comunicazione, vero fulcro della vita moderna, presenta interessi verso nuovi mondi economici quali ad esempio i mondi asiatici. Una proiezione ci indica che nel 2050 la lingua parlata maggiormente nel mondo sarà sempre più il cinese. L'inglese, oggi seconda lingua parlata nel mondo, potrebbe essere soppiantato dalle lingue arabe, mentre lo spagnolo dovrebbe conservare una sua stabilità dopo l'inglese, e non è chiaro cosa succederà dei nascenti mercati dei paesi dell'Est. Per tornare ai paesi asiatici, l'importanza della Cina è documentabile con l'osservazione che essa ha oggi ben un miliardo e 300 milioni di abitanti ancora in espansione demografica.

Una domanda più tecnica invece è il chiedersi verso quali limiti, ai fini di uno sviluppo ulteriore della potenza dei computer, ci si stia dirigendo. In realtà la risposta che oggi si può dare è duplice. La prima via di perfezionamento è legata al concetto di quantità di operazioni che, un microprocessore inserito nel nostro computer, il vero e proprio cervello della macchina, è in grado di compiere. Questa quantità viene misurata in hertz (cicli al secondo). Negli anni '80 i Pc (gli oramai mitici 286 - sigla del microprocessore) operavano in un ordine di grandezza di 8 megahertz. Aumentando in modo artificioso la capacità di calcolo, i microprocessori si scaldavano troppo e la macchina tendeva a collassare in termini di prestazioni. Lo sviluppo tecnologico e la concezione di nuovi chip (microprocessori), capaci anche di dissipare il calore super-

fluo, ha portato, specie negli ultimi anni, ad ordini di grandezza di oltre 1000 megahertz (limite denominato gigahertz). La seconda direzione nella quale ci si muove è quella del cosiddetto "calcolo parallelo" (grid computing), direzione che si riallaccia alla possibilità di collegare assieme, in rete, un enorme numero di computer, così da sommare la potenza di calcolo delle singole macchine. Ad esempio la NEC, società giapponese, ha costituito l'Earth Simulator, una gigantesca rete che assomma la potenza di oltre ottomila microprocessori in termini di computer condivisi. La difficoltà di detti sistemi è comunque quella della gestione in contemporanea e delle strategie condivise. Sono partiti in Internet programmi cooperativi di questo tipo molto interessanti. Ad esempio GIMPS, nome diventato familiare ai matematici, come quello di un collega di alto valore, è un programma (Great Integer Mersenne Prime Search) che si occupa della ricerca di grandi numeri primi tra quelli (per ragioni di calcolo e non solo per questo si cercano quelli del tipo 2^p-1 , con p primo, necessariamente¹²⁵) della cosiddetta forma di Mersenne¹²⁶. Da notare che GIMPS - ovvero il sistema cooperativo che opera dietro la sigla - dal 1997 ad oggi ha migliorato ben dieci volte il primato del mondo relativo al più grande primo conosciuto. Altro esempio di *grid computing* è il progetto SETI (*Search for Extra Terrestrial Intelligence*) un progetto finalizzato alla ricerca dei segnali da parte di civiltà extraterrestri. Un'ultima domanda potrebbe essere: è vero che scoprire numeri primi sempre più grandi ci permette di capire l'evoluzione tecnologica dei computer? Per comprendere il "sì", che attualmente fa della ricerca del primato del più grande primo conosciuto, uno strumento di comprensione dell'evoluzione tecnologica, occorre presentare una ministoria del problema. Come è noto ai più, fu Euclide (300 a.C.) a dimostrare che i numeri primi sono infiniti. A quel tempo non era molto chiaro il concetto di infinito¹²⁷ ed Euclide asseriva da-

¹²⁵ Si noti che se $N = ab$ (con a e b maggiori di 1) allora $2^N - 1$ è certamente composto in quanto risulta:
 $2^N - 1 = (2^a)^b - 1 = (2^a - 1) [(2^a)^{b-1} + (2^a)^{b-2} + \dots + 1]$
 Se invece l'esponente N è primo il numero può essere sia primo che composto. Ad essi sono noti 40 esponenti primi, per i quali, il corrispondente numero di Mersenne è ancora primo.

¹²⁶ Martin Mersenne (1588-1648), teologo e scienziato francese che si occupò di studi sulla resistenza dei materiali, sulle corde vibranti e sui fluidi. Dal punto di vista della teoria dei numeri ritenne che i numeri del tipo 2^p-1 , con p primo, fossero primi. Solo successivamente si scoprì che $2^{11}-1 = 2047 = 23 \times 89$ era composto.

¹²⁷ L'infinito, al quale ci si riferiva al tempo di Euclide, è un *infinito potenziale*. Euclide non diceva "I numeri primi sono infiniti", come diremmo oggi in una forma di infinito attuale. L'idea di infinito attuale fu raggiunta allora che si sviluppò l'Analisi Matematica, per opera di Leibnitz e di Newton, e con essa i concetti di limite, di infinito e di infinitesimo.

temi un qualunque numero primo ed io ne costruirò uno più grande e lo faceva realmente con un semplice ragionamento¹²⁸.

Tuttavia dal tempo di Euclide ad oggi nessuno, nonostante i grandi sforzi operati in questa direzione, è riuscito a costruire la formula dei numeri primi e nemmeno una formula che ne permetta di costruire un numero infinito. Così noi abbiamo solo un elenco di numeri primi, lunghissimo, grandissimo, ma rigorosamente finito.

Hanno tentato la ricerca di formule, specie polinomiali, anzi di secondo grado, che contengano per valori interi un grande numero finito¹²⁹ di primi consecutivi, ma tali numeri sono decisamente piccoli. Quindi i numeri primi formano un elenco finito, tra questi il più grande è il record, il primato mondiale, ogni tanto migliorato e regolarmente riportato nel *Guinness dei Primati*.

Agli inizi del novecento il più grande numero primo conosciuto era di 39 cifre decimali, record questo ottenuto manualmente provando una congettura avanzata da Eduard Lucas nel 1876. Con l'avvento delle prime macchine da calcolo si passa da un record di 157 cifre decimali del 1952 alla scoperta del 26° numero di Mersenne, formato da 6.987 cifre, datato 1979. Il ventennio 1979-1996, è l'epoca dei super computer¹³⁰ Cray e dal 27° primato con 13.395 cifre si passa, attraverso miglioramenti successivi, al 34° di 378.632 cifre, ultimo record del mitico matematico statunitense David Slowiski, che, con la sua equipe, ha migliorato il primato sette volte.

Dal 1996 ad oggi, in meno di otto anni si è affacciato sul mercato GIMPS. Non si tratta di persona ma di un programma, uno dei primi programmi cooperativi. GIMPS (ci viene quasi di parlare di lui come di una persona), ha migliorato il primato diverse volte portandolo

¹²⁸ Il ragionamento di Euclide era semplice. Diceva: siano 2, 3, 5, 7, 11, 13, ..., p i numeri primi a noi noti. Formiamo il numero $N = 2 \times 3 \times \dots \times p + 1$ il prodotto di tutti i primi noti, aumentato di una unità. Sia q il più piccolo divisore primo di N. Se questo q dividesse il prodotto $2 \times 3 \times \dots \times p$, dividendo N per ipotesi, dividerebbe anche $N - 2 \times 3 \times \dots \times p$. Ma allora q sarebbe un divisore di $N - 2 \times 3 \times \dots \times p = 1$, ma questo non è possibile poiché un qualunque numero q primo o no, non può dividere 1 che è più piccolo! Dunque q non divide il prodotto $2 \times 3 \times \dots \times p$ di tutti i primi noti e quindi non è uno di essi, pertanto è un nuovo primo maggiore dei precedenti! (Euclide, 300 a.C.).

¹²⁹ Una delle formule più note che produce "molti primi" è quella, trovata da Eulero nel 1772, data da: $y = x^2 + x + 41$, detta parabola di Eulero, che per $x = 0, 1, \dots, 39$ fornisce ben 40 primi consecutivi. Nonostante l'uso della forza bruta dei computer di oggi, questo primato è stato migliorato appena due volte ed oggi è nota una parabola, più complicata, che fornisce tuttavia solo 45 valori primi consecutivi. Si tratta della parabola: $y = 36x^2 + 18x - 1801$, trovata da Ruby nel 1989! La parabola di Ruby presenta 45 numeri in valore assoluto primi e consecutivi, ottenuti per $x = 0, \pm 1, \dots, \pm 22$.

¹³⁰ La costruzione di questi computer è dovuta alla genialità del tecnologo Howard Aiken (1900-1972), che, richiamatosi agli studi di Charles Babbage, progettò e costruì presso l'Università di Harvard e con finanziamenti dell'IBM, alcuni dei primi elaboratori quali il Mark I (1944), Mark II (1946) il Mark III (1950).

dalla scoperta del 35° numero di Mersenne di 420.921 cifre (siamo verso il mezzo milione di cifre) alla scoperta del 39° di 4.053.946 (verso i 5 milioni di cifre) con la congettura sconvolgente che, per la rarefazione dei numeri primi, il successivo primato possa essere di 10 milioni di cifre (il 38° numero di Mersenne era di circa 2 milioni di cifre). La tabella dei risultati ottenuti da GIMPS fino all'attuale primato di quasi 10 milioni di cifre è la seguente:

N.	p	$M_p = 2^p - 1$	numero cifre M_p	anno scoperta
35	1.398,269	814717564...451315711	420,921	1996
36	2,976,221	623340076...729201151	895,932	1997
37	3,021,377	127411683...024694271	909,526	1998
38	6,972,593	437075744...924193791	2,098,960	1999
39	13,466,917	924947738...256259071	4,053,946	2001
40	20,996,011	125976895...855682047	6,320,430	2003
41	24,036,583	299410429...733969407	7,235,733	2004
42	25,964,951	122164630...577077247	7,816,230	2005
43	30,402,457	315416475...652943871	9,152,052	2005
44	32,582,657	124575026...053967871	9,808,358	2006

Altro scenario auspicabile per un futuro migliore è la linea dell'*open source* di cui abbiamo parlato nel terzo capitolo. In questa filosofia si spera che ciascuno metta a disposizione, per il tempo che non lo utilizza, il suo computer così da creare una rete globale di grande potenza. Il futuro ci dirà se tale via della cooperazione è o meno percorribile.

A.A.V.V., *Parola chiave: Informazione* (a cura di Amato Mangiameli A.), Giuffrè, Milano, 2004.

Antiseri D. *Teorie della razionalità e scienze sociali*, Luiss, Roma, 2001

Ashton T.S., *The industrial revolution. 1760-1830*, Oxford University Press, Oxford, 1948 (trad. it., *La Rivoluzione Industriale: 1760-1830*, Laterza, Bari, 1969)

Blogger, www.blogger.com

Boutell T., *Frequently asked questions about World-Wide Web*, 1994

Castells M., *La nascita della società in rete*, Università Bocconi Editore, Milano, 2003

Cavicchia Scalamonti A. e Pecchinenda G., *La memoria consumata*, Ipermedium Libri, Napoli, 1996

Cerasoli M. (a cura di), *Atti del Convegno Internazionale "G.C.Rota Memorial Conference" G.T.E, L'Aquila 2002*. Si veda in particolare l'articolo firmato G.C. Rota, che è un articolo postumo, ben ricostruito da Cerasoli M. (pp. 9, 11)

Cerasoli M., Eugeni F. e Protasi M., *Elementi di Matematica Discreta*, Zanichelli, Bologna, 1986, con presentazione di Giancarlo Rota

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

Clow A. e Clow N.L., *The Chemical Revolution*, Batchworth press, London, 1952

Cos'è Liber Liber, <http://culturitalia.uibk.ac.at/LIBERLIBER/comunicare/chiamo/index.htm>

AA.VV., *Comunicazione, Scienze e Società*, biografie, www.apav.it

Cooper W., "Internet Culture", in L. Floridi (a cura di), *The Blackwell Guide to Philosophy of Computing and Information*, Blackwell Publishing, 2004

Dalla Chiara M.L. *Introduzione alla filosofia della scienza*, Laterza, Bari, 1997

De Santillana E., *Storia del Pensiero Scientifico*, Milano, 1932

Denning P. J., "Computer Science: the discipline", *Encyclopedia of Computer Science*, ed. A. Ralston and D. Hemmendinger, 2000

Dizard W.P., *The Coming Information Age*, Longman, New York, 1982

Fioriglio G., *Temi di Informatica giuridica*, Aracne, Roma, 2004

Forester T. (a cura di), *The Information Technology Revolution*, Blackwell, Oxford, 1985)

Freeman C., "Prefazione alla parte II", in Dosi et al. (a cura di), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, London, 1988

Gibbs N. E. e Tucker A.B. *A Model Curriculum for a Liberal Arts Degree in Computer Science*, in "Comm. Of the ACM", vol. 29, n. 3, 1986

Giorello G., *Di nessuna Chiesa. La libertà del laico*, R. Cortina, Milano, 2005

Giorello G. e Gillies D., *La Filosofia della Scienza nel XX secolo*, Laterza; Bari - Roma, 1993

- Giorello G. e Motterlini M., "Le teorie scientifiche tra progetto e impiego. Epistemologia della cultura politecnica", in Bertoldiini M. (a cura di), *La cultura politecnica*, B. Mondadori, Milano, 2004
- Gould S.J., *Il pollice del panda. Riflessioni sulla storia naturale* [1980], Editori Riuniti, Roma, 1983
- Hall P. e Preston P., *The Carrier Wave: New Information Technology and the Geography of Innovation, 1846-2003*, Unwin Hyman, London, 1988
- Heidegger M., *The Question Concerning Technology*, Harper and Row, New York, 1977
- Heim M., *The Metaphysics of Virtual Reality*, Oxford UP, 1993
- Hickman L. A., "Four effects of technology", in *Society for Philosophy and Technology*, vol. 3, nr. 4, 1998
- Innis H.A., *Le tendenze della Comunicazione*, Sugarco, Milano, 1983
- Kelly K., *Out of Control: the New Biology of Machines, social systems, and the Economic World*, Addison Wesley, New York, 1994
- Kezich G., *Tra materialismo e metafisica. Note sulla cultura materiale*, in "JSTOR: La Ricerca Folklorica, n. 2, Antropologia visiva. La fotografia (Oct., 1980)", pp. 130-136,
- Kranzberg M., *The Information Age: Evolution or Revolution?*, in Guile B. R. (a cura di), *Information Technologies and Social Transformation*, National Academy of Engineering, Washington D. C., 1985, p. 42
- Lorenz K., *Il declino dell'uomo*, A. Mondadori, Milano, 1984
- McLuhan M., *Gli strumenti per comunicare* (Understanding Media, 1964), Il Saggiatore, Milano, 1993

Meyrovitz J., *Oltre il senso del luogo (No sense of place, 1980)*, Baskerville, Bologna, 1992

Mokyr J., *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, Oxford University Press, New York, 1990 (trad. it., *La leva della ricchezza*, Il Mulino, Bologna 1995)

Morrison B., *La Confessione di Gutenberg (The Justification of Johannes Gutenberg)*, TEA, Longanesi, Milano, 2000

Mundici D., *Introduzione a La Scienza dei Calcolatori*, Le Scienze, quaderno N.56, Milano, 1990

Negroponte N., *Being Digital*, Alfred A. Knops, New York, 1995, (trad. it., *Essere Digitali*, Sperling&Kupfer, Milano, 1995)

Postman N., *Amusing Ourselves to Death: Public Discourse in the Age of Show Business*, Viking Press, New York 1985 (trad. it., *Divertirsi da morire. Il discorso pubblico nell'era dello spettacolo*, Marsilio, Venezia, 2002)

Postman N., *Technopoly: the Surrender of Culture to Technology*, Knopf, New York, 1993

Prigogine I., *La nascita del tempo*, Tascabili Bompiani, Milano, 2001

Reale G., *Radici culturali e spirituali dell'Europa*, in Scienze ed idee, collana diretta da Giorello G., Cortina R. Ed., Milano, 2003

Ricci M., *Trattato sull'amicizia*, (1595), in «Studia Missionalia», 7 (1952), pp.452-515

Rota G., *Bollettino UMI*, 1985

Sciarra E., *Paradigmi e metodi di ricerca sulla socializzazione autorganizzante*, Media, Mosciano (Te), 1999

Shannon C.E., *A Mathematical Theory of Communication*, in Bell System Technical Journal, vol. 27, pp. 379-423, 623-656, July, October, 1948, <http://web.mit.edu/6.976/www/handout/shannon.pdf>

Saxby S., *The Age of Information*, Macmillan London, 1990

Schneider G. M. e Gersting J.L., *Informatica*, Apogeo Education, Milano, 2007

Spence J.D., *Il Palazzo della memoria di Matteo Ricci*, Il Saggiatore, Milano, 1987

Splinder, www.splinder.com

Sunn F., *Internet è l'Anticristo*, Armenia, Milano 2001

Tagliagambe S., *Epistemologia del cyberspazio*, Demos, Cagliari, 1997

Turckle S., *Life on the screen*, Simon & Schuster, New York, 1995

Wikipedia Enciclopedia, <http://it.wikipedia.org/>

Encarta Enciclopedia, http://it.encarta.msn.com/encyclopedia_761577650/

Sapere.it Enciclopedia, <http://www.sapere.it/>