

Teresa Numerico

La memoria e la rete

Riassunto:

L'obiettivo di questo articolo è tracciare le linee di una genealogia del concetto di memoria digitale per comprenderne connessioni e differenze con la memoria umana, con la quale condivide il termine. La definizione della memoria digitale comporta delle trasformazioni anche dell'idea stessa di memoria umana. La ricostruzione della storia delle idee nell'informatica da Turing a Licklider ci permetterà di individuare la struttura genealogica che spinse a una identificazione di memoria digitale e umana, che non potrebbero essere più diverse.

La parte finale dell'articolo si occupa delle grandi aspettative sulla *data science*, non solo relativamente alla capacità di conservare delle strutture di *cloud computing*, ma anche di analizzarli per trovarne correlazioni che potrebbero sostituire il funzionamento dei modelli scientifici. La fiducia nel potere dei dati è uno dei risultati pericolosi dell'identificazione della memoria umana e digitale che si spiega a partire dalla ricostruzione genealogica di una presunta digitalizzazione della memoria.

Parole chiave: memoria digitale; *Big Data*; Turing; Licklider; intelligenza artificiale; epistemologia critica

Abstract:

The aim of this paper is the discussion of a genealogy of the concept of digital memory in order to understand connexions and differences with the human memory, with which it shares the name. The digital definition of memory implies some reactive transformations also on the idea of human memory itself. The definition of digital memory within the history of ideas of computing between Turing and Licklider allows us to individuate the genealogical structure that produced the definition of digital memory as a representation of human memory. However, they can't be more different.

The final observations of the paper discuss the big expectations about Data science with reference to the possibility of substituting scientific modelling with data correlations. The trust in data power is one of the dangerous outputs of the mistaken identification between human and digital memory. This paper proposes a critical genealogy that can explain the reason of this mystification.

Key-words: digital memory; *Big Data*; Turing; Licklider; artificial intelligence; critical epistemology

1. *Introduzione*

Non sappiamo ancora molto sulla memoria umana nelle scienze contemporanee, ma c'è consenso sull'idea che il risultato della memoria umana non sia la descrizione precisa del passato contenuto nelle cellule neurali, ma una continua nuova ricostruzione dei ricordi, piena di errori e di equivoci¹. Allo stesso tempo si considera che il processo creativo e produttivo di ritrovare o estrarre ricordi su dati e informazioni non sia assolutamente un'attività automatica. Ha a che fare con un elemento di casualità e con la costante pressione emotiva che seleziona ricordi e li concatena in modi originali e imprevedibili.

Tuttavia quando parliamo della memoria in riferimento alla macchina digitale, l'adozione di uno stesso termine relativo al dispositivo per la conservazione dei dati nella macchina ci spinge a una comparazione con la nostra memoria attraverso una specie di specchio che tende a replicare nella macchina, nel suo sistema di celle per la conservazione delle informazioni e in quello dell'organizzazione sotto forma di database delle informazioni il meccanismo della memoria umana.

Uno dei temi cruciali che si prestano a una ricostruzione genealogica delle idee che hanno contribuito alla realizzazione del computer e della rete di computer² è il modo in cui la macchina elettronica è concepita come supporto della capacità di memorizzare, una sorta di aggiunta potente e produttiva, trasformativa della capacità di immagazzinare informazioni e soprattutto estrarle al momento, quando possono essere utili. Non conta soltanto quindi la conservazione delle informazioni, ma la possibilità di scegliere le risposte decisive o adatte alle circostanze tra quelle disponibili e memorizzate. Si tratta di lavorare per un'estrazione delle informazioni utili al momento opportuno, come in scena l'uscita dal cilindro del mago di un coniglio bianco, capace di strappare l'applauso.

La ricerca genealogica sulla memoria del calcolatore è molto lunga. In questo articolo ci si soffermerà su due tappe fondamentali per l'esternalizzazione della memoria umana nel dispositivo prima logico e poi digitale della macchina. Le tappe sono la definizione della memoria della macchina di Turing e la centralità della rappresentazione di una totalità del sapere per Licklider. In seguito le tracce di queste concezioni della memoria confluiscono nel progetto che vede la grande quantità di dati immagazzinati nelle memorie di server connessi come un aumento delle capacità della

¹ Per un approfondimento sugli studi recenti sulla memoria vedi Kandell, 2010.

² Per una ricostruzione storica dei testi principali della filosofia del computer si veda Somenzi, Cordeschi, 1994.

macchina, non solo come strumento di supporto, ma anche e soprattutto come strumento per la presa di decisione alternativa agli esseri umani: mi riferisco al dibattito tecnico, etico, economico e politico sui *Big Data*³.

Un esempio del funzionamento del dispositivo discorsivo secondo cui la macchina avrebbe la capacità di organizzare i dati in modo coerente ed efficace viene per esempio dal caso di un'azienda che si occupa di finanziamenti strategici per le malattie legate all'età, Deep Knowledge Ventures di Hong Kong che ha incluso nel suo *Board of Directors* un algoritmo, VITAL (Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences) della Aging Analytics UK per la presa di decisione circa quali investimenti siano più promettenti⁴.

Nella ricostruzione sul tema della memoria della macchina è interessante osservare al lavoro l'ambivalenza dell'uso del termine memoria per indicare anche la capacità di estrarre ricordi al momento opportuno e quindi la capacità di valutare le informazioni e di estrarre quelle utili alla presa di decisione.

Il tema della memoria ha da sempre sollecitato la riflessione dei filosofi. Non è possibile in questa sede dare conto di tutte le riflessioni della filosofia sulla memoria⁵. Citerò brevemente solo Descartes e Leibniz perché introducono il tema della memoria in relazione alla funzione cognitiva degli esseri umani attribuendole caratteristiche del tutto in opposizione.

Descartes considerava la memoria umana come un prezioso supporto cognitivo nelle lunghe catene di ragionamento e la considerava come una garanzia per il funzionamento della deduzione. Nella Regola III afferma:

«Distinguiamo qui dunque l'intuizione della mente dalla deduzione certa per il fatto che in questa viene pensato un moto o una certa successione, in quella invece no; e inoltre perché a questa non è necessaria un'evidenza attuale, come lo è all'intuizione, in quanto questa trae piuttosto dalla memoria, in un certo modo la sua certezza» (Descartes, 1619-1629: 161)⁶.

³ Per una discussione aggiornata sui temi politici, etici e epistemologici dei *Big Data* si suggerisce la consultazione della rivista *Big Data and Society*.

⁴ Algorithm appointed board director, 16.05.2014, BBC News <<http://www.bbc.com/news/technology-27426942>> (ultimo accesso 24.01.2017).

⁵ Per una trattazione di vari temi legati al rapporto tra filosofia e memoria cfr. Sutton, 2016; Senor, 2014.

⁶ Il testo originale latino recita: «Hic igitur mentis intuitum a deductione certa distinguimus ex eo, quod in hac motus sive successio quaedam concipiatur in illo non item; et preterea, quia ad hanc non necessaria est praesens evidentia, qualis ad intuitum, sed potius a memoria suam certitudinem quodammodo mutuatur».

La memoria dunque aveva il compito di sostenere il buon funzionamento delle deduzioni. Di parere opposto sembrava essere invece Leibniz. Per lui la memoria risultava labile e inaffidabile, quindi sarebbe stato più sicuro supportarla e anzi sostituirla attraverso il sistema del calcolo. Da qui la necessità della costruzione di una *Characteristica Universalis*, una specie di terapia a supporto della labilità mnemonica, che con un alfabeto controllato di nozioni di base e un *calculus ratiocinator* sarebbe stata in grado di sostituire la memoria impedendole di commettere gli errori dovuti alla sua ignoranza e alla sua incompletezza di funzionamento.

«Il [Leibniz] argue simplement du fait que nous pouvons, dans nos démonstrations soulager la mémoire et même la remplacer par l'écriture et les signes.

Ainsi c'est la caractéristique [...] nous garantit de toute erreur de mémoire et nous fournit un criterium "mécanique" et "palpable" de la vérité» (Couturat, Leibniz, 1903: 95-96).

Forse si muove in questa stessa direzione il progetto di Alan Turing di Macchina Universale e la successiva introduzione del calcolatore elettronico a programma memorizzato, antesignano di ogni dispositivo digitale con il quale ci troviamo ormai in contatto diretto costantemente nella nostra vita quotidiana.

2. *La macchina di Turing o la trasformazione della memoria nelle istruzioni scritte*

La macchina di Turing era stata inventata per fornire una risposta negativa a una domanda posta dal Programma di Hilbert: la possibilità di avere un metodo automatico per stabilire in linea di principio per ogni formula del sistema se era possibile fornire una sua dimostrazione, cioè se la formula era o meno un teorema del sistema. Questo problema, che dall'inizio del secolo scorso aspettava una soluzione, si chiamava problema della decisione. È possibile interpretare il problema di Hilbert come una riformulazione del problema posto da Leibniz a proposito della creazione di un metodo capace di sostituire completamente il ragionamento naturale, diciamo degli esseri umani, o in questo caso dei matematici, in favore di una qualche automatizzazione del processo di dimostrazione.

Il famoso lavoro di Turing del 1936-1937 includeva la necessità di costruire delle argomentazioni a favore della candidatura della sua Macchina (la Macchina Universale di Turing) come della macchina più generale che sia possibile pensare.

La questione secondo lui era la seguente: quali sono i possibili processi che possono essere eseguiti nel calcolare un numero? La risposta a questa domanda, che era cruciale rispetto alla validità del suo risultato negativo, era basata su varie argomentazioni.

Una di queste riguardava un diretto richiamo all'intuizione, argomentazione che ha avuto un grande effetto euristico, tanto che Gödel, che aveva dubitato di tutte le altre definizioni di computabilità, poi risultate equivalenti, fu convinto da quella proposta da Turing per il notevole carattere intuitivo del concetto di Macchina di Turing e per l'indipendenza di questa nozione da ogni calcolo specifico. Secondo Gödel, infatti, la nozione di Macchina di Turing permetteva essa stessa che «si potesse dare una precisa e indiscutibilmente adeguata definizione del concetto generale di sistema formale» (Davis, 1965: 71; cfr. Gödel, 1951).

L'argomento che richiamava direttamente l'intuizione riguardava la possibile equivalenza tra l'attività di calcolo di un essere umano e quella della macchina. A questo Turing si dedica con grande attenzione. Il primo passo dell'argomento è una descrizione di cosa sia un calcolo e per definirlo viene frammentato nelle sue componenti elementari, che una volta isolate vengono descritte separatamente. L'atto del calcolare in questo contesto non viene riprodotto in modo efficiente e nella sua complessità, ma come una successione di passaggi unitari, ognuno dei quali rappresenta un passo pressoché automatico. Questa descrizione dell'atto di calcolare è simile alla descrizione del processo di alienazione e soprattutto di cattura delle capacità umane al quale, secondo Marx, sarebbero sottoposti i lavoratori al nascere del macchinario ad opera della grande industria. Vorrei a questo proposito introdurre un diretto riferimento alla relazione descritta da Marx tra lavoratori e macchine nel famoso frammento a loro dedicato, per poter poi rilevare la somiglianza con le argomentazioni di Turing.

«L'appropriazione del lavoro vivo ad opera del capitale acquista nelle macchine, anche da questo lato una realtà immediata. È, da un lato analisi e applicazione, che scaturiscono direttamente della scienza, di leggi meccaniche e chimiche, e che abilitano la macchina a compiere lo stesso lavoro che prima era eseguito dall'operaio. [...] Questa via è l'analisi – attraverso la divisione del lavoro che già trasforma sempre di più le operazioni degli operai in operazioni meccaniche, cosicché, a un certo punto, il meccanismo può subentrare al loro posto» (Marx, 1857-1858: 400-401).

Nella descrizione di Marx notiamo che l'argomento relativo all'automazione del lavoro sembra simile a quello di Turing a proposito di come

la sua macchina può essere rappresentativa del processo del calcolare, dopo averlo trasformato in un'operazione puramente meccanica e elementare. Possiamo considerare l'attività del calcolare come una delle tante attività umane meccanizzabili. Nel passaggio di Marx si nota che oltre al ruolo della capacità inventiva e scientifica nel processo di meccanizzazione, che viene attribuito alla grande industria, l'attività della macchina si basa sull'elemento di cattura e messa a valore delle capacità umane all'interno del funzionamento della macchina. La progressiva divisione, analisi e frammentazione del lavoro ne consente l'implementazione come processo meccanico e insieme lega strettamente e indissolubilmente il lavoratore umano alla processualità della macchina.

Allo stesso modo possiamo notare come Turing non descriva davvero quello che accade mentre un essere umano esegue un calcolo, ma ne offra una rappresentazione che ne consente la sostituzione da parte di una macchina, e nel farlo progressivamente incatena il processo alla macchina, rendendo il calcolo una funzione dell'azione macchinica di eseguire pedissequamente ordini scritti in maniera perfettamente formale. Pensa, cioè, a un operatore che debba lasciare istruzioni precise per sé o per un suo sostituto che sia in grado di eseguire il compito al suo posto. Noi non possiamo dire se Turing avesse familiarità con il testo marxiano, ma la somiglianza pur in un'eventuale casualità risulta comunque notevole e meritevole di attenzione. Il calcolo per Turing sembra essere trasformato in una sua caricatura assolutamente discretizzata, nella quale ogni singolo passaggio potrebbe essere registrato in una nota che lo rappresenta e che ne determina in modo univoco e universale le conseguenze.

«The behaviour of the computer at any moment is determined by the symbols which he is observing, and his "state of mind" at that moment. [...] Let us imagine the operations performed by the computer to be split up into "simple operations" which are so elementary that it is not easy to imagine them further divided. Every such operation consists of some change of the physical system consisting of the computer and his tape» (Turing, 1937: 250).

Una volta concepita una tale complessa descrizione del calcolo, Turing aveva cercato di sostituire l'ultimo elemento che sembra allontanare il processo dalla possibilità di una sua esecuzione meccanica. Si trattava di eliminare 'lo stato della mente'. Cosa ci sarebbe nella testa dell'operatore per farlo agire in quel modo, prendere quella decisione nell'esecuzione e sequenzializzare il processo in quella precisa forma e non in un'altra? Tutto il carattere aleatorio e discrezionale, tutta l'opacità dell'esecuzione deve

essere rimossa in cambio di una perfetta artificializzazione del processo. Ma lo stato della mente include la memoria e il suo contenuto, include il singolare stile di calcolo adottato dal singolo nell'atto di calcolare. Include, insomma, l'unicità della singolare esecuzione di un processo di calcolo. Turing riteneva che questa unicità non fosse peculiare all'esercizio della procedura e che potesse essere eliminata in favore di una sua controparte fisica. Insomma, descriveva tecnicamente questo processo di estroflessione della memoria nel supporto tecnico.

Prima l'intervento di Leibniz aveva suggerito che la memoria poteva essere eliminata a causa della sua mancanza di affidabilità. Successivamente Turing pensa che essa possa essere eliminata per favorire la funzionalizzazione del processo di calcolo e la possibilità che il calcolatore umano con il suo bagaglio di soggettività legato al suo 'stato della mente' potesse essere descritto in modo univoco e incontrovertibile, in modo da permettere a una macchina di svolgere il compito di calcolare al posto dell'operatore umano.

«We may construct a machine to do the work of this computer. [...] We avoid introducing the "state of mind" by considering a more physical and definite counterpart of it.

[...] It is always possible for the computer to break off from his work, to go away and forget always about it, and later come back and go on with it. If he does this he must leave a note of instructions (written in some standard form) explaining how the work is to be continued. This note is the counterpart of the "state of mind".

We will suppose that the computer works in such a desultory manner that he never does more than one step at a sitting. The note of instructions must enable him to carry out one step and write the next note.

Thus the state of progress of the computation at any stage is completely determined by the note of instructions and the symbols on the tape» (*ivi*: 79).

Se interpretiamo l'argomento alla luce dell'ipotesi di Leibniz sulla inaffidabilità della memoria possiamo considerare che la formalizzazione sia il prezzo da pagare per la garanzia di non commettere errori. L'esternalizzazione della memoria è compiuta già pienamente dalla descrizione dell'attività del calcolatore umano ridotta a una lista di istruzioni che rimandano e descrivono precisamente ogni passaggio. Di fatto il calcolo non funziona come viene descritto nella controparte fisica dello stato mentale dell'essere umano, ma questo non importa a Turing dal momento che si può fare 'come se' funzionasse così. La funzione di estroflettere la memoria nella macchina, dunque, agisce già nell'articolo sulla

Macchina di Turing e migra da lì direttamente nel progetto del calcolatore elettronico a programma memorizzato che verrà presentato da John von Neumann nel giugno del 1945, alla fine della seconda Guerra Mondiale.

3. *Gli indici di memoria della macchina pensante*

Lo stesso Turing suggerisce un altro passaggio che spinge verso una trasformazione della memoria umana alla luce della sua rappresentazione nella macchina. Quando, appena finita la Seconda Guerra Mondiale, si mise a progettare dei veri e propri dispositivi fisici, antesignani del calcolatore attuale, Turing aveva subito in mente l'interesse per una macchina capace di mostrare intelligenza nell'esecuzione dei propri compiti. La sua teoria circa l'intelligenza della macchina è molto nota e discussa, non intendo approfondirla in questo contesto⁷, ma vorrei riferirmi a un testo nel quale Turing suggerisce un trattamento speciale per la funzione della memoria nel contesto dell'intelligenza meccanica. Si tratta di un testo di una conferenza pubblicato postumo, *Intelligent machinery, a heretical theory* (Turing, 1951). Il testo era stato preparato per una trasmissione radiofonica che incominciava con l'affermazione che «non puoi far sì che una macchina pensi per te» (Copeland, 2004: 465, trad. mia), affermazione sfidata dall'intervento di Turing. Per ottenere il risultato che una macchina pensi al posto nostro sarebbe stato necessario dotare una macchina di una memoria, che costituiva il primo necessario attributo perché fosse in grado di pensare. Ma quali dovevano essere le sue caratteristiche?

«It would simply be a list of all the statements that had been made to it or by it, and all the moves it had made and the cards it had played in its games. This would be listed in chronological order. Besides this straightforward memory there would be a number of "indexes of experiences"» (Turing, 1951: 474).

In partenza si sarebbe solo trattato di una lista di affermazioni messe in ordine cronologico, insieme con degli indici un po' più complessi che avrebbero dato conto del processo di educazione. Ma queste liste di esperienze sarebbero in seguito diventate sempre più complicate includendo alla fine persino una certa capacità autoreferenziale di tenere traccia delle precedenti conclusioni come di una specie di autocoscienza sul passato

⁷ Per maggiori dettagli sul tema dell'intelligenza meccanica secondo Turing, cfr. Copeland, 2004; Numerico, 2005; Hodges, 1999.

inferito dalla macchina stessa: «At comparatively later stages of education the memory might be extended to include important parts of the configuration of the machine at each moment, or in other words it would begin to remember what its thoughts had been» (*ibidem*). Assistiamo quindi a un cambiamento della concezione stessa della memoria di cui si cerca la riproducibilità nella macchina: non solo un magazzino delle asserzioni da trattenere, ma una capacità di estrarre le informazioni utili dalla lista. Si tratta di decidere cosa usare. Si passa cioè da una statica raccolta di informazioni a dei suggerimenti complessi e dinamici di istruzioni che si pronunciano su precedenti stati di ‘coscienza’ della macchina. Come se la possibilità di rappresentare la memoria umana in termini di una conservazione di informazioni potesse di per sé condurre alla capacità di estrarre dalla lista le informazioni giuste per risolvere un problema del gioco del Go, per esempio⁸.

L’uso del termine ‘pensieri’ in riferimento alla macchina mostra la situazione cognitiva scivolosa nella quale si trova la discussione. Il problema qui è che nel caso dell’essere umano noi siamo preparati a usare il termine memoria sia intendendo il luogo dove sono contenute le informazioni che dobbiamo ricordare, sia il contenuto oggetto del ricordo.

L’argomento di Turing qui si sposta dalla memoria come contenitore di contenuti alla memoria come capacità di estrarre le informazioni giuste ricostruendo percorsi inferenziali.

«This raises a number of problems. If some of the indications are favourable and some are unfavourable what is one to do? The answer to this will probably differ from machine to machine and will also vary with its degree of education. At first probably some quite crude rule will suffice e.g. to do whichever has the greatest number of votes in its favour. At a very late stage of education the whole question of procedure in such cases will probably have been investigated by the machine itself, by means of some kind of index, and this may result in some highly sophisticated, and, one hopes, highly satisfactory, form of rule» (Turing, 1951: 474).

Se guardiamo alle situazioni nelle quali gli esseri umani devono prendere delle decisioni ci accorgiamo che di solito queste situazioni avvengono in contesti epistemologicamente molto opachi, in cui la stessa formulazione del problema non rende fattibile una sua perfetta formalizzazione. Gli esseri

⁸ Nell’autunno 2015 un computer chiamato AlphaGo programmato da DeepMind, un’azienda di intelligenza artificiale di proprietà di Google, ha battuto un campione di Go in una serie di partite. Per maggiori dettagli si può consultare Silver *et al.*, 2016.

umani non applicano regole precise e univoche quando decidono come risolvere un problema, nella maggior parte dei casi nei quali si trovano ad affrontare situazioni concrete. Le decisioni sono spesso il frutto di contesti insieme cognitivi ed emozionali, che sono quelli che richiedono le maggiori capacità creative. Tuttavia l'argomento di Turing sembra suggerire l'esistenza di processi imitativi adottati dalla macchina che le permetterebbero di ottenere una prestazione equivalente a quella degli esseri umani, basata esclusivamente sull'amplificazione delle disponibilità di spazi di memoria da riempire con un numero congruo di informazioni rilevanti. Più grande sarebbe la disponibilità di spazio, maggiori sarebbero le possibilità di ottenere risposte sofisticate per l'attività di *problem solving* prevista.

È possibile ritenere quindi che l'aumento della quantità di dati conservabili in memoria abbia effetto sulla qualità della risposta a questioni complesse?

4. *Licklider, il futuro delle biblioteche e l'insieme delle conoscenze*

Una risposta affermativa a questo quesito potrebbe essere fornita seguendo il lavoro di Licklider che possiamo considerare come un altro cruciale tassello del processo di estroflessione della memoria e di un'identificazione trasformativa tra la memoria del calcolatore e quella degli esseri umani. Licklider ebbe un ruolo di primo piano nell'ideazione della rete di connessione dei computer e nell'idea che il computer potesse essere uno strumento di comunicazione (Licklider, Taylor, 1968). Il suo lavoro aprì la strada a una vera e propria ideologia di una possibile integrazione tra esseri umani e macchina, o, come lui la chiamava, una simbiosi (1960) che avrebbe consentito di superare sia i vincoli imposti dalla macchina, secondo cui servirebbe una descrizione troppo strutturata per intervenire a risolvere i problemi, sia la lentezza nella presa di decisione degli esseri umani e la loro limitatezza nella gestione delle informazioni.

Questa ideologia della simbiosi e dell'integrazione tra attori umani e attori meccanici condusse a una trasformazione del processo stesso della conoscenza, almeno nelle intenzioni di Licklider, che riguardava soprattutto il ruolo svolto dalla memoria umana nel processo di creazione di nuova conoscenza. Il suggerimento di Licklider offerto in un libro sul futuro delle biblioteche (1965) indicava la necessità di una interazione con l'intero insieme delle conoscenze («fund of knowledge»), immaginando che questo accesso integro e totale, sia pure a distanza, al sapere avrebbe trasformato e migliorato inequivocabilmente la produzione di nuovo

sapere. Nel libro ipotizzava che la riorganizzazione delle biblioteche con l'avvento del digitale avrebbe facilitato una riorganizzazione anche del processo di acquisizione della conoscenza.

Licklider suggeriva che la digitalizzazione insieme con la disponibilità di un accesso a distanza delle informazioni avrebbe permesso un'interazione diretta tra l'insieme delle conoscenze e il singolo esperimento progettato dal ricercatore. Aveva in mente gli esperimenti classici nelle scienze, ma la sua visione apriva a una anticipazione di quell'insieme di tecniche che ora vanno sotto il nome di *Big Data* e degli algoritmi per analizzarli. La sua posizione si basava su un'ingenua proiezione che la digitalizzazione sarebbe stata un semplice processo di disintermediazione attraverso cui le conoscenze avrebbero potuto essere disponibili tutte insieme e tutte direttamente senza bisogno di interpretazione. Riteneva, cioè, che i confini tra la biblioteca dove erano contenuti i libri e le altre informazioni e il laboratorio del ricercatore forzavano l'essere umano a un lavoro di mediazione tra i risultati dell'esperimento e le altre conoscenze contenute nei libri e negli articoli, che manteneva in un carattere di parzialità e inadeguatezza il processo cognitivo. L'abbandono di questa separazione avrebbe provocato l'eliminazione della necessità di mediazione cognitiva da parte dell'essere umano a favore di una maggiore oggettività e di una migliore efficacia conoscitiva.

La cornice cognitiva del ricercatore era nient'altro che un impedimento e un rallentamento delle possibilità di conoscenza che avrebbe potuto dispiegarsi liberamente qualora biblioteca e laboratorio avessero potuto convergere in un unico luogo simbolico e fisico attraverso il processo di rappresentazione e conservazione digitale di tutta la conoscenza.

«In organizing knowledge, just as in acquiring knowledge, it would seem desirable to bring to bear upon the task the whole corpus, all at one time – or at any rate larger parts of it than fall within the bounds of any one man's understanding. This aim seems to call for direct interactions among the various parts of the body of knowledge» (Licklider, 1965: 25).

Considerando l'interazione con l'intero corpo della conoscenza come un miglioramento dell'efficacia conoscitiva, evidentemente la capacità cognitiva umana risultava limitata e inadatta all'interazione con una tale mole di informazioni contemporaneamente.

La macchina avrebbe svolto il ruolo di un collega esperto in grado di fornire il consiglio giusto allo scienziato e la conoscenza sarebbe stata gestita «under human monitorship but not through human reading and key pressing» (Licklider, 1965: 26).

Secondo questa prospettiva, Licklider concludeva che:

«It no longer seems likely that we can organize or distil or exploit the corpus by passing large parts of it through human brains. It is both our hypothesis and our conviction that people can handle the major part of their interaction with the fund of knowledge better by controlling and monitoring the processing of information than by handling all the detail directly themselves» (Licklider, 1965: 28).

Significativamente la capacità di conservare e distillare l'informazione non sembra più esclusivamente incarnata nel cervello umano, considerato inadeguato alla funzione ora disponibile di accedere all'intero corpo della conoscenza senza doverne maneggiare i dettagli direttamente. Il 'demanionamento' delle capacità cognitive umane sembra essere compiuto quando Licklider afferma che non è possibile permettere all'attore umano della conoscenza di costituire l'unico o il maggior agente dell'acquisizione di nuova conoscenza. Dobbiamo declassare l'essere umano a una sorta di supervisore o coordinatore dello sforzo della macchina. Questa proposta, introdotta in occasione della riflessione sul futuro delle biblioteche, non si limitava a questo tema, ma proponeva un vero e proprio processo per ridisegnare la costruzione della conoscenza in generale. La macchina sarebbe stata l'unico dispositivo capace di interagire direttamente con l'insieme delle conoscenze, come possiamo osservare esplicitamente in questo passo:

«He [the human being] will still read and think and, hopefully, have insights and make discoveries, but he will not have to do all the searching himself nor all the transforming, nor all the testing for matching or compatibility that is involved in creative use of knowledge» (Licklider, 1965: 32).

L'aspetto più interessante di questa citazione è che Licklider nutriva qualche dubbio che ci sarebbe ancora stato un contributo creativo da parte dell'agente umano alla produzione di conoscenza. Affermava, infatti, che «sperabilmente ci sarebbe ancora stata la capacità di intuizione e di fare scoperte» sottintendendo che queste capacità non sarebbero necessariamente rimaste in capo all'essere umano o che non necessariamente sarebbero rimaste cruciali nel processo della scoperta. L'ipotesi implicita di Licklider sembra sottintendere che la scoperta di nuova conoscenza avrebbe potuto sfuggire di mano all'umano per essere invece contenuta nella macchina capace di interagire con l'interezza del sapere. Possiamo quindi sospettare che l'idea di una completa estroflessione della memoria nella macchina e

di un nuovo accesso all'integrità di tutto lo scibile avrebbe prodotto una trasformazione del processo di scoperta che avrebbe potuto completamente o almeno parzialmente estromettere l'essere umano da una centralità cognitiva che invece nel mondo predigitale avrebbe conservato. In questo senso Licklider è pienamente erede della tradizione della cibernetica, che secondo Bowker aveva prodotto una distruzione della memoria (2008: 99). Con la cibernetica assistiamo a una triplice distruzione della memoria: perché si presuppone la distruzione delle discipline del passato, perché lo sperimentatore doveva distruggere il sapere degli esperimenti progressi e infine perché questa doppia distruzione mostrava che la memoria è in se stessa epifenomenica. La distruzione della memoria avrebbe permesso una completa unificazione della storia, che avrebbe potuto così essere ignorata (Bowker, 2008: 101).

Quando Licklider si trovò in una posizione di potere, essendo stato scelto tra il 1962 e il 1964 come capo l'IPTO (Information Processing and Technology Office), un ufficio dell'agenzia del Ministero della Difesa americano ARPA (Advanced Research Projects Agency, ora ribattezzata DARPA), cercò di realizzare il suo progetto di simbiosi tra uomo e macchine e di costruzione di una rete di accesso che mettesse in comunicazione tutte le conoscenze che si trovavano riposte da qualche parte. Il disegno non fu realizzato da lui direttamente, ma Licklider fu senz'altro la maggiore fonte di ispirazione dell'Arpanet, costruita sotto la guida di Bob Taylor, suo amico collega e coautore nel 1969, che gli era succeduto a capo dell'IPTO.

La visione di Licklider quindi si poté realizzare anche perché lui si trovò nella condizione di avere il potere, oltre che di idearla, anche di progettare e di spingere per una sua concreta realizzazione materializzata nell'antesignana della rete Internet, l'Arpanet.

Restano tuttavia molti punti oscuri di questo progetto di completa estroflessione della memoria e successiva estromissione delle capacità cognitive dell'essere umano dal processo conoscitivo. Innanzi tutto osserviamo l'eliminazione della necessità di interpretare questi dati riuniti insieme sotto forma di quella che lui aveva chiamato «fund of knowledge». Una mancanza di capacità di problematizzare che si manifesta in una sottovalutazione completa della condizione di mediazione della digitalizzazione e anche del collegamento di queste fonti di conoscenza potenzialmente anche in contrasto tra loro. Tutta la sfera dell'interpretazione e della spiegazione di questi dati riuniti insieme sembra essere espulsa dai processi di scoperta dove l'originalità si manifestava direttamente a partire dalla quantità di risorse confrontabili contestualmente insieme.

L'idea di Licklider sull'insieme della conoscenza e sul suo carattere rivoluzionario proprio a partire dalla quantità sembra essere connesso perfettamente con la retorica dei *Big Data* alla quale assistiamo negli ultimi anni. Il collegamento si può identificare nella tesi secondo cui è meglio avere a che fare con tutti i dati potenzialmente disponibili senza valutarli e scegliere una porzione rilevante ignorando gli eventuali errori presenti nei dati disponibili. Inoltre l'ipotesi che serpeggia in tutta la descrizione del processo conoscitivo evocata da Licklider è che scegliere i dati rilevanti è possibile solo a partire da un'analisi dell'intero insieme di conoscenze, solo, cioè, avendo come agenzia di conoscenza la macchina, l'unica in grado di processare e mettere in correlazione i dati considerati bruti e presi per intero. Il fatto che le macchine siano agenti cognitivi migliori degli esseri umani nel rapporto con l'immensa quantità di dati disponibili alla digitalizzazione non viene esplicitamente affermato da Licklider, ma sembra esserne l'assunzione nascosta che pervade con la sua prospettiva implicita l'insieme della discussione.

Da questa prospettiva possiamo dire che Licklider e la sua fiducia in una rivoluzione della conoscenza frutto dell'immersione della biblioteca nel laboratorio costituisca l'ideale origine genealogica dei progetti e degli obiettivi delle teorie sui *Big Data* e il loro potere cognitivo che si sono succedute dall'inizio degli anni '00 di questo secolo. Licklider può essere considerato l'ideologo della tesi che i dati possono essere interpretati senza una teoria o una spiegazione, ma semplicemente sottoponendoli a un insieme di algoritmi adeguatamente congegnati per costruire stringenti correlazioni (Anderson, 2008).

5. *Memoria umana e memoria digitale*

L'idea della memoria umana ha molti e diversi livelli di approfondimento e di descrizione. Nel caso dell'esempio della lavagna magica proposto da Freud (1925) sembrerebbe che il sistema di eccitazione percettiva degli stimoli non sia il responsabile della conservazione dei ricordi che invece attengono a qualche altra funzione della capacità di restituire e ricostruire il ricordo oltre la percezione e la semplice creazione delle tracce mnestiche. Secondo la descrizione proposta da Freud il sistema di percezione non trattiene le tracce permanenti dei ricordi per essere sempre pronto a ottenere nuovi stimoli, mentre le tracce permanenti dell'eccitazione ricevuta sono contenute in un altro sistema, il sistema mnestico che si trova oltre quello della semplice percezione. Vista in questa prospettiva

è molto difficile estroflettere la memoria umana tramite dei dispositivi esterni perché essi dovrebbero garantire una doppia contraddittoria funzione: da una parte avere illimitate capacità ricettive per nuove percezioni e nello stesso tempo conservare tutte le loro tracce, sia pure in forme non inalterabili. L'unico esempio di dispositivo che potrebbe emulare la memoria umana sarebbe proprio la lavagna magica in grado di conservare tracce permanenti a certe condizioni, pur cancellandosi continuamente e essendo sempre pronta per nuovi stimoli e nuove scritte.

Tale visione della memoria umana descritta da Freud è in totale contrasto con i processi di estroflessione della memoria sostenuti da Turing e Licklider in relazione alla macchina elettronica, e questa opposizione è anche esplicitamente richiamata recentemente da Wendy Chun in chiave critica. Nel caso dei dispositivi elettronici, «given the ephemerality of electromagnetic media, computer have erased the difference between memory and storage: users now store things in memory, rather than storing memory traces» (Chun, 2016: 52).

Le tracce della memoria elettronica del computer sono cioè identificate univocamente con gli oggetti da memorizzare e possono essere richiamate nella loro integrità, al netto di possibili malfunzionamenti del dispositivo. Ma nel caso della memoria umana la creazione del ricordo non riguarda l'immagazzinamento percettivo dell'evento accaduto, ma una controparte ricreata che è il frutto di un investimento emozionale di energia psichica che nulla o pochissimo riguarda il momento percettivo dell'immagazzinamento dell'evento.

In questo senso la memoria del computer non può in alcun modo essere paragonata a quella del calcolatore dal momento che nel calcolatore l'immagazzinamento coincide con l'oggetto restituito e le tracce sono richiamate solo se o si conosce perfettamente la loro posizione nelle celle della memoria o in risposta a un'interrogazione precisa sul contenuto del database nel quale era immagazzinata l'informazione.

A questo punto quando ci riferiamo alla memoria del computer stiamo estendendo e trasformando il concetto di memoria umana implicando una sua controparte totalmente trasformata rispetto all'effimero complesso e creativo processo del ricordo umano.

È su questa ambivalenza del linguaggio che si effettua tuttavia un investimento cognitivo notevole che ha un feedback rilevante su come noi percepiamo la nostra memoria e sull'identificazione dell'immagazzinamento di un ricordo con il suo richiamo, ignorando completamente l'aspetto creativo e ricreativo del ricordare a favore della dimensione dell'immagazzinamento o conservazione di un contenuto mnestico.

Nel *Cambridge Handbook of Artificial Intelligence* (2014) si afferma ancora una volta la centralità della memoria nell'ambito della capacità cognitiva delle macchine:

«Use of memory would seem to require representations, and these representations must have their effects on behavior independently of the time at which the memory representation was created. [...] Nonetheless, it is not plausible that there will be devices that will be widely accepted as exhibiting [...] intelligence but do not rely on memory. It is, however, not clear how this can be done without returning us to the previously discussed questions about how representations can be processed to yield intelligent outcomes». (Frankish, Ramsey, 2014: 82).

In questo testo relativamente recente sull'intelligenza artificiale si conferma il carattere ambivalente del termine memoria usato in questo contesto, che è prevalente in tutta la letteratura sull'argomento. Ci si riferisce alla memoria come a un dispositivo di conservazione dei dati in un magazzino che li contiene identificando oggetto della rappresentazione e rappresentazione contenuta nel magazzino e implicitamente sostenendo che più grande è il contenitore di queste rappresentazioni maggiori saranno le capacità di 'intelligenza' del dispositivo. Si aggiunge qui un altro livello all'ambivalenza perché si suggerisce, sempre senza esplicitarlo, che l'efficacia cognitiva di questa memoria/magazzino risieda nell'aumento indefinito del 'contenuto' conservato nelle tracce del contenitore. Proprio come suggeriva Turing nel 1951 con i suoi 'indici di memoria' di cui abbiamo detto in precedenza. Silenziosamente l'aspetto della quantità dei contenuti si trasforma automaticamente in un miglioramento della qualità dell'estrazione dell'informazione giusta per l'esercizio della presa di decisione. Tutto questo non accade nell'esercizio dell'intelligenza umana che per essere esercitata non prevede necessariamente la memorizzazione di maggiori quantità di contenuti, magari imparati a memoria e recitati costantemente, ma consiste nell'attitudine a collegare euristicamente, in modo creativo e interessante informazioni acquisite in passato per risolvere un nuovo problema che si presenti.

Secondo Wendy Chun la necessità di un grande magazzino per i dati tradisce il desiderio di stabilità: «The desire to expunge volatility, obliterate ephemerality, and neutralize time itself, so that our computers can become synonymous with archives. These desires are key to stabilizing hardware so that it can contain, regenerate, and thus reproduce what it stores» (Chun, 2011: 139). Si tratta, cioè, del desiderio di controllare e garantire la verità dell'informazione, la sua stabilità nel tempo che è scambiata per la

capacità di esternalizzare la memoria. La memoria umana è fluttuante e inaffidabile, mentre le memorie hardware del computer non tradiscono mai l'aspettativa di stabilità (a meno che non si rompano).

Tuttavia secondo Chun, la fiducia nella veracità e stabilità delle memorie negli ambienti digitali è destinata a infrangersi, sia perché l'hardware è fragile e tende a rompersi molto facilmente, sia perché l'informazione tenuta nel database delle intenzioni è piena di rumore e dati falsi.

Per acquisire quelle informazioni vengono, infatti, usate le mappe dei sistemi di *content management* come social network, chat, servizi di email, motori di ricerca piattaforme di *blogging* e *microblogging*, piattaforme di *e-commerce*, che hanno senso nelle cornici nelle quali funzionano. Ma quando le informazioni vengono estratte fuori da quelle cornici il sistema salta e produce un cambiamento nel significato della mappatura. Nello stesso tempo le piattaforme cercano di dare valore alla nostra presenza entro i loro spazi attraverso una nuova mappatura degli utenti, secondo i diversi modelli categoriali. In questo itinerario complesso i nostri dati diventano sporchi e inaffidabili.

«These databases, which drive computer “mapping”/machine intelligence, become “dirty,” unreliable, when they do not actively erase information: they become flooded with old and erroneous information that dilutes the maps they produce. Deliberately making databases dirty – by providing too much or erroneous information – may be the most effective way of preserving something like privacy» (Chun, 2011: 93-94).

È probabile che le tracce lasciate dal nostro *clickstream* e dai dati che disseminiamo durante la nostra vita online e offline siano piene di incongruenze e ambivalenze in modo simile alla nostra vita emozionale e alla nostra complessa relazione con desideri, paure, volontà e pulsioni inconsce. Il nostro comportamento online rifletterà l'agire confuso delle nostre passioni ed emozioni, difficile da interpretare, comprendere e soprattutto da prevedere. Come possiamo affidarci alla capacità degli algoritmi di *machine learning* di decodificare il nostro desiderio e anticipare le nostre future intenzioni, a partire dai comportamenti pregressi?

6. Osservazioni conclusive

Secondo Wiener possiamo considerare dominante una macchina solo a condizione che gli esseri umani diventino completamente prevedibili:

«The great weakness of the machine – the weakness that saves us so far from being dominated by it – is that it cannot yet take into account the vast range of probability that characterizes the human situation. The dominance of the machine presupposes a society in the last stages of increasing entropy, where probability is negligible and where statistical differences among individuals are nil. Fortunately we have not yet reached such a state» (Wiener, 1950: 181).

L'affermazione di Wiener suona come una specie di anticipazione della situazione attuale e dell'uso dei *Big Data* per fare previsioni che riguardano le abitudini, i comportamenti, i desideri degli esseri umani che sembrerebbero improvvisamente divenuti prevedibili dalle tecniche di *machine learning* adottate dagli algoritmi incaricati di trovare correlazioni tra i dati relativi ai comportamenti sociali degli individui (Mayer-Schönberger, Cukier, 2013: capp. 5-6; Cardon, 2016).

Tutta questa confusione intorno alla possibilità di prevedere i comportamenti e le abitudini degli esseri umani nasce da un grande equivoco che Evelyn Fox Keller (1995; Donini, 1991) attribuirebbe al linguaggio e precisamente in questo contesto al modo in cui usiamo la parola memoria in riferimento al computer, come il grande magazzino che tutto ricorda. Tale uso mostra uno slittamento del termine memoria che si riferisce alla capacità umana di ricordare con tutte le complesse accezioni che abbiamo cercato di discutere in precedenza. Lo slittamento inoltre avviene in modo del tutto implicito e prescientifico senza alcuna giustificazione per la giustapposizione dei due concetti in maniera diretta e imperscrutabile. L'uso dei termini carichi di precedenti significati non fa che complicare la nostra capacità di comprendere le trasformazioni della scienza. Secondo Keller le teorie su un certo oggetto di ricerca e il modo in cui si usa il linguaggio che definisce una ricerca hanno impatto ed effetto sull'oggetto della ricerca a cui la teoria si riferisce, producendo un fenomeno di feedback anche sul termine del linguaggio naturale che definisce il suo primo riferimento, in questo caso la memoria umana. Applicando al concetto di memoria l'analisi di Keller non possiamo non rilevare l'effetto di trasformazione che le caratteristiche della memoria digitale e di tutte le sue declinazioni, compresi i *Big Data*, hanno avuto sulla nostra percezione della memoria umana e della nostra capacità cognitiva in genere, attribuendo alla macchina delle potenzialità cognitive in molti casi migliori e sostitutive rispetto a quelle umane. Ma tutto discende da una trasformazione del concetto di memoria e dal ritenere che, ampliando il magazzino nel quale contenere le informazioni, si possano automaticamente elevare le prestazioni della macchina anche a livello di funzionamento cognitivo, che include la

capacità di scelta ed estrazione delle informazioni salienti e rilevanti per ogni singola situazione.

Secondo Bernard Stiegler (2015: 35-58) i dispositivi di esternalizzazione della memoria umana sono da sempre parte della nostra identità. Il problema è la scelta politica di quali dispositivi adottare e cosa esternalizzare delle nostre capacità cognitive. Secondo Stiegler Platone, nel discutere le trasformazioni della scrittura sulla capacità cognitiva di ricordare nel Fedro, assume una posizione politica identificando il dispositivo dell'esternalizzazione come uno strumento che cambia i rapporti sociali e quindi dotato di una dimensione politica.

Wendy Chun (2016: cap. 1) ritiene che si debba abitare la rete rinnovandosi e rinnovando la responsabilità politica che ci consente di essere difesi dalla perdita di informazione su di noi, e la garanzia che le notizie non siano ripetute senza fine. Una rete dove possiamo essere altro dalle azioni del corpo, dove possiamo spiegare il senso della nostra storia a parole. La cattura dei sistemi di sorveglianza – siano essi di marketing o di intelligence – ci identifica attraverso le tracce che lasciamo online, come in una realtà aumentata. Il linguaggio con cui ci descriviamo non ha voce, spazio o valore secondo l'assunto che solo il corpo non mente. Ma senza linguaggio non si affermano i diritti e quale democrazia può sostenere la perdita di parola dei propri cittadini, incarnati esclusivamente nelle tracce lasciate dai propri comportamenti? Chun suggerisce, cioè, la necessità di rinnovarsi per abitare la cattura degli schemi di comportamento senza subirli, rivendicando uno spazio pubblico che non ci inchiodi al magazzino di una memoria impazzita, incapace di oblio, e che interpreti le nostre abitudini solo come dipendenze dalle quali non possiamo in alcun modo separarci.

In conclusione sarebbe utile partire da una piccola citazione letteraria che riguarda il libro di Don DeLillo *Zero K* (2016). Nel romanzo si parla di tanti temi impossibili da riassumere in questa sede, ma è interessante osservare la difficoltà di affrontare il lutto per la perdita delle persone care, e la sofferenza e il dolore che esse causano. La vitalità della memoria delle persone care scomparse fa soffrire, meglio quindi non separarsene facendosi ibernare insieme a loro, suggerisce il padre del protagonista Ross Lockhart, un imprenditore miliardario di circa sessant'anni. Si tratta di bloccare nel freddo e conservare le memorie, il ricordo, per essere seppelliti in una specie di infernale non morte che conserva tutto senza permettere a nulla di cambiare, cioè di vivere. Il figlio Jeffrey, voce narrante del romanzo, cerca una sottrazione dall'egemonia paterna e dai suoi onnipresenti soldi. Il capitale non vuole morire e non vuole cancellare la memoria di sé. Sembra difficile rinunciare all'eredità avvelenata, ma Jeff ci riesce accettando il dolore della

perdita, lo scorrere del tempo inesorabile, l'imperfezione potente dell'esistenza e assumendo la posizione di un *compliance and ethics officer* in una scuola del Connecticut, un lavoro libero da legami col capitale. Jeff soffre, ricorda, ricostruisce la sua storia di bambino abbandonato da un padre troppo ambizioso per sapergli restare a fianco, con una madre troppo fragile e triste. Ma nel ricordo dolente di questa solitudine infantile costruisce la sua condizione di adulto capace di accettare il suo destino, con la sua componente di dolore, ma anche con la curiosità del cambiamento che lo aspetta, pur in una nuova più profonda solitudine.

Nella volontà del padre Ross di non perdere la vita mettendola al riparo in un bunker protetto da ogni accidentale o deliberato pericolo sembra esserci una metafora della memoria magazzino del computer, della rete, del *cloud computing* e dei *Big Data* che di tutto questo sono eredi. Mentre Jeff fa pensare alla nostra resistenza a una cattura che ci sembra inarrestabile da parte di una tecnologia imperante predisposta per controllare ogni nostro gesto, ogni nostro atto e immagazzinarlo per sempre inchiodandoci al momento trascorso. La lotta è impari ma il risultato è ancora aperto. Possiamo ancora concepire la memoria come qualcosa di illimitato e sempre nuovo che ci offre una prospettiva creativa sul passato, pur nella continuità dei ricordi che ci appartengono e non come a un dispositivo di cattura eternamente in funzione che non si stanca di registrare in modo psicotico ogni atto attribuendogli significato e soggettività. Ma gli esseri umani devono essere consapevoli della lotta in corso per il senso della memoria e la sua funzionalità e essere capaci di prendere posizione.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, C. (2008). The End of Theory: The Data Deluge That Makes the Scientific Method Obsolete. *Wired*, 23 July 2008, <http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory> (ultimo accesso 24.01.2017).
- Bowker, G.C. (2008). *Memory practices in the sciences*. Cambridge (MA), MIT Press.
- Cardon, D. (2015). *À quoi rêvent les algorithmes*. Paris: Seuil/La République des idées (trad. it. *Che cosa sognano gli algoritmi*. Milano: Mondadori Università 2016).
- Chun, W.H. (2011). *Programmed Visions*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Chun, W.H. (2016). *Updating to remain the same*. Cambridge (MA): MIT Press.

- Copeland, J. (2004) (ed.). *The essential Turing*. Clarendon Press, Oxford.
- Couturat, L., Leibniz, G. (1903). *Opuscules et fragments inédits de Leibniz, extraits des manuscrits de la Bibliothèque royale de Hanovre par Louis Couturat*. Paris: F. Alcan.
- Davis, M. (1965) (a cura di). *The Undecidable*. New York: Raven Press (ristampa con correzioni, Dover Publications, 2004).
- DeLillo, D. (2016). *Zero K*. New York: Scribner (trad. it. *Zero K*. Torino: Einaudi 2016).
- Descartes, R. (1619-1629). *Regulae ad directionem ingenii* (trad. it. *Regole per la guida dell'intelligenza*. Milano: Bompiani 2000).
- Donini, E. (1991). *Conversazioni con Evelyn Fox Keller. Una scienziata anomala*. Milano: Elèuthera.
- Frankish, K., Ramsey, W.M. (2014). *Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Cambridge (MA): Cambridge University Press.
- Freud, S. (1925). A note upon the "Mystic Writing Pad". In *General Psychological Theory: Papers on Metapsychology*. New York: Collier, 211-216 (1963).
- Gödel, K. (1951). Some basic theorems on the foundations of mathematics and their implications. In Id., *Collected Works*, vol. 3. New York-Oxford: Oxford University Press: 304-323.
- Hodges, A. (1999). *Turing*. Londo: Routledge.
- Kandel, E.R. (2006). *In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind*. New York: W. W. Norton & Company (trad. it. *Alla ricerca della memoria*. Codice: Torino 2010).
- Keller, E.F. (1995). *Refiguring life*. New York: Columbia University Press.
- Licklider, J.C.R. (1960). Man-Computer Symbiosis. IRE Transactions on Human Factors. In *Electronics*, vol. HFE-1: 4-11, March 1960, <<http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>> (ultimo accesso 24.01.2017).
- Licklider, J.C.R. (1965). *Libraries of the Future*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Licklider, J.C.R., Taylor, R.W. (1968). The computer as a communication device. *Science and Technology: For the Technical Men in Management*, 76, 21-31 <<http://memex.org/licklider.pdf>> (ultimo accesso 24.01.2017).
- Marx, K. (1857-1858). *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*. Berlin: Dietz Verlag 1953 (trad. it. *Lineamenti fondamentali della critica dell'economia politica*. Firenze: La Nuova Italia 1968-1970).
- Mayer-Schönberger, V., Cukier, K. (2013). *Big Data. A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.

- Neumann (von), J. (1945). *First Draft of a Report on the Edvac*, (30 giugno), Contract, n. W-670-ORD-4926, Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania; parzialmente stampato in Randell, B. (1982) (a cura di). *The Origins of Digital Computers*. Berlin: Springer-Verlag, 383-392; ristampa con correzioni in *Annals of the History of Computing*, 15: 25-75 (1993).
- Numerico, T. (2005). *Alan Turing e l'intelligenza meccanica*. Milano: FrancoAngeli.
- Senor, T.D. (2014). Epistemological Problems of Memory. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/memory-episprob/>> (ultimo accesso 24.01.2017).
- Silver, D. et al. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search. *Nature*, 529: 484-489.
- Somenzi, V., Cordeschi, R. (1994) (a cura di). *La filosofia degli automi*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Sutton, J. (2016). Memory. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/memory/>> (ultimo accesso 24.01.2017).
- Stiegler, B. (2015). *Platone digitale. Per una filosofia della rete*. Roma: Mimesis.
- Turing, A.M. (1937). On Computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem. *Proc. London Mathematical Society*, 42(2), 230-265.
- Turing, A.M. (1951). Intelligent machinery: a heretical Theory. In Copeland, J. (2004) (ed.), *The Essential Turing*. Oxford: Clarendon Press, 2004: 472-475.
- Wiener, N. (1950). *The Human Use of Human Beings*. Boston: Houghton Mifflin.