

# IL CERVELLO NELL'ERA DIGITALE E LA "BRANCHING LITERACY"

## THE BRAIN IN THE DIGITAL ERA AND "BRANCHING LITERACY"

Lucia Maria Collerone, Giuseppe Città | Scuola di Dottorato in Scienze Cognitive,  
Università degli Studi di Messina (IT) | lcollerone@unime.it; langravio@gmail.com

✉ Luisa Maria Collerone | via Borremans, 93100 Caltanissetta, Italia | lcollerone@unime.it

**Sommario** Caratteristica principale del cervello è la plasticità neuronale che permette a tale struttura anatomica di dare risposte funzionali adattive alle spinte ambientali, creando fenotipi cerebrali diversi attraverso una rete di connessioni e cablaggi cerebrali che sono ereditati non genicamente, ma epigeneticamente attraverso l'apprendimento sociale. Quali sono i cambiamenti che subisce il cervello umano nell'Era Digitale? Quali risvolti nelle abilità cognitive superiori? Quale impatto hanno le tecnologie digitali sulla literacy? Queste sono le domande alle quali il presente lavoro intende dare delle risposte.

**PAROLE CHIAVE** Era digitale, Nuove tecnologie, Evoluzione cerebrale, Branching literacy.

**Abstract** One of the main characteristics of the brain is that of neural plasticity, which allows this anatomical structure to give functional adaptive responses to environmental stimuli. This is achieved via the creation of different cerebral phenotypes from a network of connections and cerebral wiring that are inheritable, not genetically but epigenetically, through social learning. So what changes is the brain undergoing in the Digital Age? What are the implications for higher-order cognitive skills? What impact do digital technologies have on literacy? These are the questions that this work seeks to address.

**KEY-WORDS** Digital Era, New technologies, Brain evolution, Branching Literacy.

## L'AMBIENTE DIGITALE E IL CERVELLO DEI NATIVI DIGITALI

I cervelli umani hanno strutture anatomiche e meccanismi cerebrali simili, codificati nel DNA, ciò che li rende diversi, è l'utilizzo differente dell'informazione che viene codificata, in relazione alle esperienze di apprendimento.

Si originano così fenotipi cerebrali diversi, con circuiti neuronali e connessioni attive differenti, in dipendenza dell'ambiente, dal quale proviene una fitta rete di segnali, e delle esperienze d'apprendimento.

Il fenotipo cerebrale che meglio risponde adattivamente alle esigenze ambientali è selezionato positivamente e trasmesso alla prole, anche senza alcuna variazione genetica attraverso l'apprendimento di tipo socio-culturale (Jablonka e Lamb, 2005).

Quale fenotipo cerebrale è più funzionale all'ambiente digitale in cui siamo immersi e in cui nascono le nuove generazioni?

Le condizioni ambientali dell'Era digitale sono caratterizzate dall'uso di tecnologie che fanno registrare nuovi pattern di attivazione e di attività neurobiologica.

*«Ogni nuovo medium porta con sé nuovi simboli che, a loro volta, influenzano il modo in cui il cervello impara a ricevere e processare le informazioni... Nelle società contemporanee, la plasticità cerebrale implica che le connessioni sinaptiche del cervello si evolvano con un ambiente in cui l'utilizzo dei media è un fattore dominante. I bambini che crescono in un ambiente ricco di stimoli multimediali hanno un cervello con connessioni diverse da quelle di chi è giunto alla maturità senza essere sottoposto a tali condizioni»* (Healy, 1998: p.142, p.191).

Il processo di evoluzione cerebrale, che ha avuto origine dal contatto con l'esperienza legata al mondo delle tecnologie digitali, è rapidamente emerso in una sola generazione e può rappresentare uno dei cambiamenti più inattesi, ma anche fondamentali per l'evoluzione della specie umana.

In una fase evolutiva, caratterizzata da una notevole plasticità cerebrale, i giovani sono i più esposti ai cambiamenti, dovuti all'impatto con le tecnologie digitali.

I giovani dai dieci ai venti anni, i *nativi digitali* (Prensky, 2001), nascono in un mondo in cui le tecnologie digitali permeano la loro esperienza d'apprendimento.

L'aggettivo *digitale* definisce un segnale codificato in sistema binario. I circuiti neurali del cervello sono biologicamente impostati per funzionare in modo digitale (Levy e Baxter, 2002). Per ogni pensiero

o sensazione, infatti, ogni neurone comunica le informazioni al neurone successivo, rilasciando una molteplicità di

neurotrasmettitori. Non tutti i neurotrasmettitori giungono ai recettori del neurone successivo: la connessione fallita può essere indicata con uno "0", quella che ha successo con un "1". Le tecnologie digitali sono quindi riconosciute come "naturali" dal cervello e creano con rapidità i loro effetti sul wiring cerebrale, producendo un cambiamento nel modo in cui si processano le informazioni e un conseguente cambiamento fisico del cervello.

Anche il cervello maturo, meno plasmabile di quello dei giovani, conserva ampi spazi di variazione neurale, come dimostrato dagli studi dell'Università del Michigan (Velanova *et al.*, 2007) che hanno rilevato che anche il cervello di persone di oltre i 65 anni, immerse in un ambiente in costante cambiamento, utilizzano per nuovi scopi regioni cerebrali già in uso per altre funzioni. Ciò potrebbe essere un indice per comprendere come questi cambiamenti non abbiano vincoli temporali, ma siano attivabili in qualunque momento evolutivo, in seguito ad una breve esposizione.

L'impatto di tale ambiente digitale è tuttavia più forte sul cervello più plastico dei giovani, in continuo contatto con le tecnologie che lo caratterizzano.

Uno studio della Kaiser Foundation (Rideout, Roberts e Foehr, 2005) ha dimostrato che ragazzi tra gli 8 e i 18 anni espongono il loro cervello a 8 ore e mezzo al giorno a stimolazioni video sensoriali e digitali, sia di tipo passivo (guardare la tv o dei video, ascoltare musica) o attivo (giocare con i videogames e usare il computer)<sup>1</sup>, (Palfrey e Gasser, 2008).

Gary Small e suoi colleghi della UCLA (Small, 2008; Small *et al.*, 2009; Moody *et al.*, 2009; Sleger *et al.*, 2009) hanno voluto comprendere quale impatto abbia la continua esposizione alle tecnologie digitali sui circuiti neurali cerebrali, quanto sia veloce la creazione di nuovi percorsi e se si possono osservare e misurare questi cambiamenti.

Questi si sono concentrati sullo studio delle attività mentali richieste da compiti che riguardano la ricerca su Internet, per misurare l'alterazione dei circuiti neurali, in particolare in persone senza una precedente esperienza con i computer.

L'esperimento coinvolgeva un gruppo di anziani, che non erano mai stati esposti all'uso del computer e dell'uso dei motori di ricerca e un gruppo di giovani molto esperti.

Durante i compiti di ricerca su Google i giovani usavano uno specifico network cerebrale nella parte frontale sinistra del cervello (corteccia dorso laterale prefrontale), mentre gli inesperti non mostravano tale attivazione. Dopo solo 5 giorni di pratica della durata di un'ora, lo stesso circuito neuronale nella corteccia cerebrale si era attivato anche negli inesperti, il loro cervello si era già ricablato, creando i network necessari.

<sup>1</sup> <http://digitalnative.org/#home>.  
Altre interessanti informazioni statistiche sono in:  
<http://www.pewinternet.org/>.

L'attivazione del circuito neuronale si verificava anche dopo un lungo lasso di tempo in cui i partecipanti non erano sottoposti allo stimolo, dimostrando come il circuito neurale si attiva velocemente e resta stabile.

Alterare i network neurali e le connessioni sinaptiche attraverso attività come le e-mail, i video games, il Googling o altre esperienze tecnologiche può modellare alcune abilità cognitive. Possiamo imparare a reagire più velocemente agli stimoli visivi e migliorare molte forme di attenzione, in modo particolare l'abilità di percepire le immagini nella nostra visione periferica. Sviluppiamo una migliore abilità di destreggiarci tra una grande quantità di informazioni in modo rapido e di decidere cosa è importante e cosa non lo è (Small e Vorgan, 2008).

### TECNOLOGIE DIGITALI E IMPATTO SULLE ABILITÀ COGNITIVE.

Molti studiosi hanno fatto ricerche per comprendere quale fosse l'impatto degli strumenti digitali sul cervello umano. Tali ricerche tendono a dimostrare che l'ambiente digitale stimola ed aumenta abilità visive-spaziali, che possono condizionare l'uso di altre abilità cognitive come quelle linguistiche.

Uno studio alla Tohoku University (Kawashima, 2005) ha dimostrato che quando i bambini giocano con i video games, i loro cervelli non usano i circuiti del lobo frontale, ma attivano piuttosto una regione cerebrale limitata che controlla la visione e il movimento.

Quando i volontari compiono attività di semplice calcolo, i loro cervelli utilizzano neuroni da una più ampia area, che coinvolge i lobi frontali, le regioni del controllo dell'apprendimento, della memoria, dell'emozione e anche il controllo dell'impulso.

Alcuni studi condotti alla North Umbria University nel Regno Unito (Sillence *et al.*, 2007) hanno dimostrato che il cervello ha imparato a focalizzare rapidamente l'attenzione, analizzare le informazioni e a decidere se cambiare o no pagina Web, usando un' immediata e diretta capacità di concentrazione dell'attenzione.

Alcuni studi alla UNITEC in Nuova Zelanda (Kearney, 2007) hanno dimostrato che giocare ai video games può migliorare le abilità di svolgere contemporaneamente più compiti cognitivi.

Usare i video games aumenterebbe le abilità visive spaziali, come la rotazione mentale di forme, l'immaginazione spaziale e la rappresentazione iconica, con un aumento della intelligenza visiva (Suhrahmanyant *et al.*, 2000); giocare con i giochi online aumenterebbe le abilità visive percettive, la memoria visiva e la velocità di processamento simultaneo delle informazioni visive (Greene e Bavelier, 2003).

I giocatori di video games inoltre, sembrano mo-

strare un tipo di processamento temporale multi-sensoriale più preciso (Donohue, Wordoff, Mitroff, 2010).

Giocare ai video games d'azione migliorerebbe la funzionalità della sensibilità al contrasto, garantendo un'ulteriore modalità per migliorare l'acuità visiva (Li *et al.*, 2009; Caplovitz *et al.*, 2009).

Accedere ai siti Web migliorerebbe le abilità di processare visivamente le informazioni (Desmond, 2001), mentre l'uso degli *emoticons* attiverebbe il giro frontale, inferiore destro, una regione che controlla le abilità di comunicazione non verbale, (Yusa, Saito e Mukawa, 2006).

Gli ipertesti utilizzati nelle pagine Web, hanno modificato la procedura classica richiesta dal vecchio testo stampato, permettendo di passare da una fruizione lineare ad una non sequenziale ed interattiva, che agisce su più livelli cognitivi ed emozionali differenziati, potenziandone il coinvolgimento. Inoltre, l'uso di codici comunicativi diversi, grafico acustici, incentiva la formazione di mappe mentali flessibili e una modalità di lettura che non utilizza solo il codice fonologico, ma anche immagini che generano etichette visive delle parole quali chiavi di accesso ai contenuti desiderati (Hotchkiss, 2008) Alcuni studi (Zimmerman, Christakis e Meltzoff, 2007; Dan, 2007; Christakis *et al.*, 2004) hanno dimostrato che un'eccessiva esposizione ai video può posticipare lo sviluppo del linguaggio nei bambini. Ciò provoca lo sbilanciamento verso abilità cognitive di tipo visivo, a detrimento della funzione linguistica che è, invece, basata su abilità di tipo verbale. L'utilizzo massiccio dei video va a stimolare preferenzialmente l'area visiva V3, che predilige la codificazione temporale del movimento, rafforzandola in relazione allo sviluppo dell' area V2, area visiva fortemente impegnate nei compiti di decodifica della forma delle lettere, che è una modalità statica di visione.

L'area V3 si svilupperebbe più precocemente e in modo più massiccio rispetto all'area V2 necessaria per leggere, agendo di conseguenza, in particolare nei giovani e giovanissimi, su una variazione dello sviluppo della differenziazione delle funzioni di codificazione percettive del sistema nervoso centrale rispetto agli adulti. La codificazione dello scorrere del tempo del movimento, inoltre, viene associata ad un complicato intreccio di emozioni e pensieri, rendendo comprensibile come i giovani abbiano difficoltà nella lettura di un libro o anche nell' osservazione di oggetti con relazioni spaziali statiche.

Leggere diventa così sempre più difficile, quasi innaturale per i cervelli dei nostri bambini, le cui strutture non sono più pronte per essere rifunzionalizzate per la lettura (Wolf, 2009).

L'ambiente digitale, tuttavia, compensa queste inabilità, fornendo strumenti compensativi che bypassano la funzione, utilizzando la trasmissione delle

informazioni per immagini (video) o attraverso l'ausilio di strumenti digitali per la lettura, quali i Vocal Reader.

La realtà virtuale immersiva (RVI) è una tecnologia che introduce i giovani in un ambiente simulato, con cui essi interagiscono attraverso periferiche che attivano tutti i loro sensi. Un filone di ricerca molto attuale è quello della *realtà aumentata* che mescola la percezione della realtà che ci circonda, con immagini generate al computer, che forniscono informazioni aggiuntive all'utente, lasciandogli la possibilità di muoversi ed interagire con l'ambiente.

Sono già molte le ricerche finalizzate alla realizzazione del sogno fantascientifico di sostituire queste periferiche con sistemi collegati direttamente al cervello dell'utente, il cosiddetto "wetware" che descrive l'interazione tra il cervello umano e gli hardware.

Uno dei percorsi di ricerca più importanti riguarda la nuova tecnologia del "Direct Brain Computer Interface" (BCI) (Vidal, 1973) grazie alla quale il cervello ha un canale di controllo del mondo esterno e di comunicazione, non per via muscolare, ma utilizzando la tecnologia chiamata "Neural Internet", che usa segnali neuronali dal cervello per trasformarli in comandi binari.

L'introduzione delle interfacce cervello-computer sembra condurre verso una naturale autoselezione, attraverso la generazione di una nuova specie autonoma, in grado di sostituire completamente il modello biologico umano attuale.

Luc Steel ha coniato la definizione di "Homo Cyber Sapiens" che esprimerebbe una nuova forma d'intelligenza radicata nella biologia e basata sull'estensioni dovute a artefatti tecnologici (Steel, 1995).

Le nanotecnologie creano processori sempre più piccoli e potenti. Sono già in stadio avanzato ricerche per la creazione di dispositivi da inserire direttamente nel cervello, per garantire un ampliamento delle capacità di memoria, per fornire ulteriori capacità di processamento, e per permettere l'uso del BCI con una limitazione della strumentazione. Serge Brin e Larry Page, inventori di Google, prevedono di dotare il loro motore di ricerca di un'intelligenza artificiale, una HAL-like machine<sup>2</sup> connessa direttamente al cervello, considerando il cervello come «un computer antiquato che ha bisogno di un processore più veloce e un più grande hard drive» (Brin e Page, 2004).

L'ampliamento delle dimensioni cerebrali non sembra si stia verificando in termini fisiologici, ma potrebbe essere possibile grazie all'uso di nuove modalità sensoriali e di nuovi "actuators", come il BCI, che porterebbero ad una intelligenza umana che si

evolve verso una rappresentazione sempre più sofisticata ed esterna (Donald, 1991).

La capacità di visualizzare le azioni e di produrre onde cerebrali che permettono il movimento di strumenti esterni all'uomo, non è più solo terra fertile per narrazioni fantascientifiche<sup>3</sup>, ma una realtà che richiede grandi cambiamenti cognitivi che sembrano spostare l'ago della bilancia delle abilità cognitive da quelle verbali a quelle non verbali.

## BRANCING LITERACY

Il mondo dei media digitali ha rafforzato l'importanza dell'ascolto e dell'istruzione orale, che il mondo del sapere tradizionale avevano relegato in un ruolo di supporto ai testi scritti.

Strumenti come i testi digitali, text-to-speech e gli audiolibri offrono una potente alternativa all'uso di materiale tradizionale basato esclusivamente su scritti.

Platone nel suo *Fedro* si scagliava contro la nuova tecnologia, la scrittura, accusandola di indebolire alcune abilità che l'apprendimento orale garantiva. Chi fosse diventato prigioniero della scrittura avrebbe diminuito le sue abilità mnemoniche e attentive, la padronanza del linguaggio e le capacità oratorie, abbassando il suo livello di "literacy".

Adesso un'analoga accusa è rivolta alle tecnologie digitali che impoverirebbero abilità di letto-scrittura delle nuove generazioni, rimpiazzate da tecnologie di comunicazione che coinvolgono in modo prevalente le abilità di ascolto e quelle visive.

L'uso di tecnologie digitali nell'età più fertile per lo sviluppo di nuovi apprendimenti sviluppa abilità funzionalmente opposte a quelle tradizionalmente richieste.

La tecnologia digitale permette l'ascolto di suoni e testi sempre fruibili su dispositivi mobili, mentre si svolgono altre attività.

Ricerche basate sulle tecniche di neuro immagine funzionale hanno evidenziato la funzionalità cerebrale durante l'uso di strumenti tecnologici digitali quali gli IPOD o i programmi di text-to-speech (Rose e Dalton, 2007).

Durante l'ascolto, per riconoscere e comprendere le parole, si attivano diverse aree del cervello: le regioni posteriori della corteccia che categorizzano i differenti pattern di suono, e quelle della corteccia prefrontale che organizza e assegna priorità ad azioni e movimenti per dirigere l'azione verso uno scopo e memorizzare ciò che è necessario per raggiungerlo. Sapere ascoltare è un'abilità necessaria per leggere. Alcuni studi hanno dimostrato che quando si è impegnati nell'ascolto attivo e strategico si usano le stesse funzioni esecutive nella corteccia prefrontale usate durante la lettura strategica (Osaka *et al.*, 2004). Sotto questa prospettiva le abilità elicitate dalla pressione culturale dell'era digitale, dovrebbero rafforzare e rendere più stabili le

<sup>2</sup> Nel film *2001 Odissea nello spazio* di Kubrik, Hal 9000 era il computer di bordo dell'astronave in grado di interagire linguisticamente, riconoscere i volti, leggere le labbra, apprezzare l'arte, riconoscere ed esprimere emozioni.

<sup>3</sup> Come nei film: *Surrogates* di Jonathan Mostow, 2009; *Avatar* di James Cameron e nel libro *Cyberpunk degli anni '80* di William Gibson e Bruce Sterling.

abilità tradizionali, supportandole e non contrastandole.

Ci sono alcune abilità che entrano in conflitto con quelle richieste per la lettura e la scrittura. Queste richiedono al cervello un ritorno all'uso antico delle aree riciclate per permettere il riconoscimento visivo di lettere (Visual Word Form Area) (Dehaene e Cohen, 2007).

Ricerche sull'usabilità (Margono e Shneiderman, 1987) hanno indicato che le interfacce grafiche, facilitano l'apprendimento rispetto ai testi scritti poiché impiegano una comunicazione visiva naturale, più direttamente riconoscibile a livello attenzionale e mnemonico.

Le interfacce grafiche rappresentano un ritorno alla forma di alfabetizzazione visiva prevalente nelle forme antiche degli alfabeti pittografici (Snyder, 1999) favorendo lo sviluppo di una buona memoria visiva e di un pensiero intuitivo-associativo, che aiuta a decodificare messaggi visivi. Un ritorno alla vecchia funzione della Area Visiva della Forma delle parole che originariamente aveva la funzione di riconoscere gli oggetti più che le forme astratte delle lettere.

Si può ipotizzare che stimolare il cervello dei bambini nella fascia di età tra i 5-6 anni, con immagini multimediali che associano stimoli multimodali, basati sulla visione di oggetti e immagini in movimento, potrebbe sfavorire il riciclaggio delle aree che dovrebbero svolgere la funzione del riconoscimento delle lettere. Si abbasserebbe quindi, il livello di expertise per le lettere, rendendo la decodifica difficile, imprecisa, inutile per il raggiungimento del messaggio visivo, che tali simboli dovrebbero codificare.

Si può aggiungere inoltre, che l'ambiente tecnologico degli ipermedia moderni chiede agli utilizzatori dei computer di passare dalla ricerca di dati lineari, sequenziali dei libri di testo tradizionali, ad una conoscenza basata sugli ipertesti che permettono un alto grado di navigazione, promuovendo un pensiero multidimensionale, un nuovo tipo di "hypermedia literacy" o "branching literacy" (Eshet-Alkai, 2004).

Questa nuova forma di "literacy" fornisce un buon senso d'orientamento spaziale multidimensionale che garantisce l'abilità di non perdere l'orientamento, mentre si legge tra le righe del labirinto di linee che caratterizza l'iperspazio (Lazar *et al.*, 2003).

Le saccadi dell'occhio che si muove in questo spazio subiscono variazioni che non garantiscono l'adeguatezza dei movimenti alla lettura lineare di testi, causando dispercezioni e confusione visiva.

Vari studi hanno inoltre, mostrato come le persone che possiedono la "branching literacy" hanno anche un buon pensiero metaforico, così come l'abilità di creare modelli mentali, mappe concettuali e altri tipi di rappresentazione astratta tipici della struttura del network (Jonassen e Henning, 1999). La "branching literacy" è nell'era digitale, una "survival skill" per costruzione del sapere che sia culturalmente funzionale alle richieste provenienti dai nuovi ambienti digitali.

Esercitando il cervello in questa tipologia di pensiero lo si estranea, dalla caratteristica necessaria alla scrittura che richiede una modalità lineare, seriale e gerarchica nell'organizzazione delle parole e dei pensieri per inserirli in ferrei contesti testuali.

In un contesto digitale le richieste e le pressioni culturali potrebbero richiedere al cervello un nuovo riciclaggio delle aree neuronali o un ritorno al vecchio sistema di cablaggio e uso funzionale di tali aree che sarebbero più funzionali ai nuovi bisogni.

Dal punto di vista sociale, le tecnologie digitali si sono diffuse rapidamente e le abilità ad esse associate si sviluppano, in età molto precoce.

Per imparare a leggere e a scrivere, in modo soddisfacente, l'essere umano deve impegnarsi per lunghi anni in attività di apprendimento faticose, per molte ore al giorno, per arrivare alla maturità della funzione molto tardi nell'evoluzione ontogenetica. Invece, le abilità digitali, legate all'uso di tecnologie, sono apprese velocemente, facilmente e danno un accesso alla conoscenza diretto anche in età precoce.

È probabile quindi, che la "nicchia neuronale" che tali abilità richiedono sia molto più vicina ai vincoli cerebrali, che non le attività tradizionali.

## BIBLIOGRAFIA

- Brin S., Page L. (2004). In six years, two students turned a simple idea into a global phenomenon. Now competitors are searching for a way to dethrone the latest princes of the net. Intervista 28 marzo 2004. *Newsweek, All Eyes on Google*. <http://www.thedailybeast.com/newsweek/2004/03/29/all-eyes-on-google.html> (ultima consultazione 28.09.2012).
- Caplovitz G.P., Kastner S. (2009). Carrot sticks or joysticks: video games improve vision. *Nature Neuroscience*, 12, pp. 527-528.
- Christakis D.A., Zimmerman F.J., Di Giuseppe D.L., Mc Carty C.A. (2004). Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*, 113, pp.707-13.
- Dan A. (2007). *Videos as a baby brain drain*. Los Angeles Times, August 7 2007.
- Dehaene S., Cohen L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron Review*, 56 (2), pp. 384-398.
- Desmond R. (2001). Free reading: Implications for child development. In D. G. Singer & J. L. Singer (Eds.), *Handbook of children and the media*. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, pp. 29-46.
- Donald M. (1991). *Origins of the modern mind: three stages in the evolution of culture and cognition*. Cambridge, Ma, USA: Harvard University Press.
- Danohue S.E., Wordoff M.G., Mitroff S.R. (2010). Video game players show more precise multi-sensory temporal processing abilities. *Attention perception and psychophysics*, 72 (4), pp. 1120-1129.
- Eshet-Alkalai Y. (2004). Digital Literacy: A Conceptual Framework for Survival Skills in the Digital Era. *Jl. of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13 (1), pp. 93-106.
- Green C. S., Bavelier D. (2003). Active video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, pp.534-537.
- Healy J. M. (1998). *Failure to connect: How computers affect our children's minds - for better or for worse*. New York, USA: Simon and Schuster.
- Hotchkiss G. (2008). A Cognitive Walk-Through of Searching. *MediaPost Publications. Search Insider*. Post 23 Ottobre 2008, <http://www.mediapost.com/publications/article/93268/a-cognitive-walk-through-of-searching.html#axzz2DWpsQ2Gu> (ultima consultazione 28.11.2012).
- Jablonka E., Lamb M.J. (2005). *Evolution in Four Dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral and Symbolic Variation in the History of life*. Cambridge, MA, USA: MIT Press. <http://rogov.zwz.ru/Macroevolution/jablonka.pdf> (ultima consultazione 21/01/2013).
- Jonassen D.H., P. Henning (1999). Mental models: Knowledge in the head and knowledge in the world. *Educational Technology*, 39 (3), pp. 37-42.
- Kawashima R. (2005). *Train your brain: 60 days to a better brain*. Teaneck, N.J., USA: Kumon Publishing North America.
- Kearney P. (2007). Cognitive assessment of game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 38 (3), pp. 529-531.
- Lazar J., Bessiere K., Ceaparu I., Robinson J., Shneiderman B. (2003). Help! I'm lost: user frustration in web navigation. *IT & Society*, 1, pp. 18-26 <http://www.ITandSociety.org> (ultima consultazione 28.09.2012).
- Levy B.W., Baxter R.A. (2002). Energy-efficient Neuronal Computation via Quantal Synaptic failures. *The Journal of neuroscience*, 22 (11), pp. 4746-4755.
- Li R., Polot V., Makous W., Bavelier D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through action game training. *Nature Neuroscience*, 12, pp. 549-551.
- Margono S., Shneiderman B. (1987). A study of file manipulation by novices using direct commands versus direct manipulation. In *Proceedings of the 26th Annual Technical Symposium of the Washington D.C., Chapter of the ACM* (11 giugno 1987). Gaithersburg, MD, USA: National Bureau of Standards, pp. 57-62.
- Moody T.D., Gaddipati H., Small G.W., Bookheimer S.Y. (2009). Neural Activation patterns in Older Adults Following Internet training. Presented at *Neuroscience Society of Neuroscience Meeting 2009* (Chicago, 19 ottobre 2009). *Human Cognition and Behavior: Aging Studies*, Poster Session 382.3/GG2.
- Osaka N., Osaka M., Kondo H., Morishita M., Fukuyama H., Shibasaki, H. (2004). The neural basis of executive function in working memory: An fMRI study based on individual differences. *Neuroimage*, 21 (2), pp. 623-631.
- Palfrey J., Gasser U. (2008). *Born Digital: Understanding the First Generation of Digital Natives*. New York, USA: Basic Books.
- Prensky M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9 (5), pp. 1-6.
- Rideout V., Roberts D. F., Foehr U. G., (2005). *Generation M: Media in the lives of 8 - 18 year olds*. Menlo Park, CA, USA: The Henry J. Kaiser Family Foundation. <http://www.kff.org/entmedia/loader.cfm?url=/commonspot/security/getfile.cfm&PageID=51809> (ultima consultazione 22.11.2012).
- Rose D., Dalton B. (2007). Plato revisited: learning through listening in the digital world. Recording for the Blind & Dyslexic. *Learning Through Listening. Classroom Tools. Sound Advice*. Princeton, NJ, USA.: CAST Inc. <http://www.learningthroughlistening.org/Listening-A-Powerful-Skill/The-Science-of-Listening/Learning-Through-Listening-in-the-Digital-World/Plato-Revisited-Learning-Through-Listening-in-the-Digital-World/145/> (ultima consultazione 21.11.2012).
- Sillence E., Briggs, P., Harris P.R., Fishwick L. (2007). How do patients evaluate and make use of online health information?. *Social Science & Medicine*, 64 (9), pp. 1853-1862.
- Slegers K., van Boxtel M., Jolles J. (2009). Effects of computer training and internet usage on cognitive abilities in older adults: a randomized controlled study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 21(1), pp. 43-45.
- Small G., Vorgan G. (2008). *iBrain: Surviving the Technological Alteration of the Modern Mind*. New York, USA: Harper Collins.
- Small G.W., Moody T.D., Siddarth P., Bookheimer S.Y. (2009). Your brain on Google: Patterns of Cerebral Activation during Internet Searching, 17 (2), pp.116-126. <http://www.psychologytoday.com/files/attachments/5230/136.pdf> (ultima consultazione 26.11.2012).
- Snyder I. (1999). Renegotiating the visual and the verbal communication. *Prospect*, 1, pp. 13-23.
- Steel L. (1995). *The homo cyber sapiens, the robot homonidus intelligences, and the artificial life approach to artificial intelligence*. Munchen, DE: Burda Symposium on Brain-Computer Interfaces.
- [http://www.agent.ai/doc/upload/200302/stee95\\_2.pdf](http://www.agent.ai/doc/upload/200302/stee95_2.pdf) (ultima consultazione 21/01/2013)
- Subrahmanyam K., Kraut R., Greenfield P., Gross E. (2000). The impact of home computer use on children's activities and development. *Future of Children*, 10, pp. 123-144.
- Velanova K., Lustig C., Jacoby L.L., Buckner R.L. (2007). Evidence for frontally mediated controlled processing differences in older adults. *Cerebral Cortex*, 17 (5), pp. 1033-1046.
- Vidal J. (1973). Toward Direct Brain-Computer Communication. *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, 2, pp. 157-180.
- Wolf M. (2009). *Proust e il calamaro. Storia e scienza del cervello che legge*. Milano: V&P.
- Yuasa M., Saito K., Mukawa N. (2006). Emotions convey emotions without cognition of faces: an fMRI study. In *Proceedings CHI EA (2006). Extended abstracts on human factors in computing systems*, pp. 1565-1570. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1125737> (ultima consultazione 21/01/2013).
- Zimmerman F.J., Christakis D.A., Meltzoff A.N. (2007). Television and DVD/video viewing in children younger than 2 years. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 161 (5), pp. 473-479.