

Neuroscienze e lettura

Federica Fioroni

Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

Abstract

La cosiddetta *neurolettura*, ossia l'indagine dell'attività del leggere alla luce delle neuroscienze, può dirsi iniziata già alla fine dell'Ottocento, tuttavia solo in tempi recenti si sono compiute importanti scoperte grazie alle tecniche di *neuroimaging*. Esaminando alcune ricerche neuroscientifiche, da una parte emerge con forza l'estrema complessità dell'atto del leggere, che dal punto di vista filogenetico parrebbe il frutto di una sorta di riciclaggio neuronale (il nostro cervello non è fatto per la lettura, ma in un modo o nell'altro vi si riconverte grazie alla sua innata plasticità); dall'altra si delinea un'universalità delle basi cerebrali della lettura per cui, qualunque sia la lingua in cui si legge, una sola e medesima area cerebrale viene coinvolta, la regione occipito-temporale sinistra. Tale universalità non pare essere messa in discussione neppure dalla rivoluzione digitale in atto: se è vero che la lettura digitale apre nuove prospettive e nuove frontiere, offrendo vantaggi soprattutto in sede di apprendimento, essa non pare al momento avere una significativa incidenza sui meccanismi cerebrali sottesi alla prima fase del leggere (quella della decodifica), mentre potrebbe avere delle ricadute maggiori sui due momenti successivi, la comprensione di un testo e la nostra risposta ad esso, per quanto in quest'ambito le ricerche siano solo all'inizio.

Parole chiave

Neuroscienze cognitive, teoria della lettura, neuroni della lettura, *neuroimaging*, riciclaggio neuronale.

Contatti

federica.fioroni@gmail.com

La tradizione occidentale almeno a partire da Platone è stata dominata dalla visione di una dicotomia tra psiche e corpo, avallata nel Seicento da Cartesio, il quale sostiene l'esistenza di una netta contrapposizione tra *res cogitans* e *res extensa*. Eppure già nel Settecento si registra una rivoluzione copernicana: il filosofo francese Julien Offray de La Mettrie, che oggi a ragione viene considerato il padre delle scienze cognitive, soprattutto a partire dal saggio *L'homme machine* (1747), afferma che l'uomo è una sorta di macchina materiale e quindi l'anima è un elemento corporeo alla pari degli altri organi. È precisamente tale ipotesi che sta alla base delle neuroscienze: esse rifiutano la scissione *à la* Cartesio e, partendo dall'assunto secondo cui mente e cervello non sono due sostanze diverse, sostengono che in corrispondenza di ogni attività mentale vi è qualcosa che cambia dentro il cervello o nel resto del corpo; in sostanza ogni atteggiamento e azione e pensiero avrebbe anche una base biologica cioè il culturale non può essere pensato senza il biologico (Changeux).

Le riflessioni relative agli effetti della letteratura sui lettori o spettatori risalgono all'antichità classica, traendo origine dal concetto aristotelico di catarsi, ma è solo dagli anni Settanta che, in reazione allo strutturalismo e al *New Criticism*, sono emersi approcci *reader-oriented*, interessati a investigare sul contributo fondamentale del lettore nella costruzione del significato del testo. Poco più tardi, ossia a partire dalla *schema theory* e dalle ricerche sulle strutture della memoria, si colloca l'apporto cruciale del cognitivismo, poi proseguito dalle neuroscienze: in particolare, esperimenti condotti con l'ausilio delle tec-

niche di *neuroimaging* – le quali consentono di osservare e analizzare il funzionamento cerebrale nel momento stesso in cui decodifica e comprende un testo – hanno permesso di illustrare le basi neuronali dell'atto del leggere, evidenziandone ulteriormente la complessità. Nell'ambito di una teoria unificata del leggere, possono essere identificati almeno tre principali aspetti della lettura, tra loro correlati:

1. la *decodifica*, che si riferisce alla conversione dei simboli grafici in linguaggio, unitamente a un livello superficiale di analisi che elabora le parole e la sintassi della frase, seguito da un livello di costruzione del significato di frasi e brevi stringhe di parole;
2. la *comprensione*, la quale avviene su un livello più globale e profondo, di tipo inferenziale e critico-interpretativo, in cui si elabora il modello mentale evocato dal testo;
3. la *risposta*, che si sovrappone parzialmente con la comprensione, ma coinvolge anche componenti quali il sentimento, l'emozione, l'empatia nonché l'impatto del leggere sulla nostra *life story* quotidiana.

In questa sede mi occuperò essenzialmente della decodifica poiché proprio relativamente a questo aspetto sono più interessanti i contributi forniti dalla neurofisiologia.

Se dunque di recente le scienze cognitive si sono occupate di fornire un modello esplicativo di tipo biologico per l'attività della lettura, già dalla fine dell'Ottocento lo studio dei meccanismi alla base del leggere ha costituito un ambito di ricerca di particolare interesse per la psicologia sperimentale (Cattell; Déjerine). Così il neurologo francese Joseph-Jules Déjerine, esaminando un caso clinico di alessia (incapacità di comprendere il significato delle parole scritte), aveva ipotizzato l'esistenza di un 'centro visivo delle lettere' specializzato per la lettura, che egli localizzava nel giro angolare, una regione della corteccia cerebrale situata alla base della regione parietale sinistra. Le ricerche attuali hanno a disposizione strumenti molto più all'avanguardia, in particolare le varie tecniche di *neuroimaging*, tra cui la tomografia a emissione di positroni (PET), la magnetoencefalografia (MEG) e soprattutto la risonanza magnetica funzionale (fMRI); quest'ultima in particolare fornisce mappe ad alta risoluzione dell'intero cervello e, a differenza ad esempio della MEG, non indaga direttamente l'attività neuronale, ma piuttosto i cambiamenti nell'ossigenazione del sangue che si verificano in risposta all'attivazione dei neuroni (Gernsbacher e Kaschak 110). Le tecniche di *brain imaging*, introdotte da circa vent'anni, hanno consentito di aggirare una delle difficoltà fondamentali in qualsiasi esplorazione cognitiva ovvero il fatto che il funzionamento della cognizione non può essere osservato direttamente; oggi tramite il *brain imaging* siamo in grado di «osservare e analizzare a fondo il funzionamento cerebrale nel momento stesso in cui si formano le idee, nell'imminenza dei gesti, nel momento in cui si concatenano le parole, o si schiudono le immagini del sogno» (Cohen 8). Ebbene, gli studi più recenti di fatto confermano le intuizioni di Déjerine: pare in effetti che esista una zona del cervello preposta alla lettura, battezzata *regione della forma visiva delle parole* (*Visual Word Form Area* o VWFA), la quale consentirebbe al lettore di stabilire se un qualunque gruppo di lettere costituisce o no una vera parola in un lasso di tempo brevissimo (150 millesimi di secondo) (Dehaene et al. 324). Essa si localizzerebbe nell'emisfero sinistro, anche se in una zona di esso leggermente diversa da quella ipotizzata dal neurologo francese (nella regione occipito-temporale e non nel giro angolare). È stato inoltre dimostrato che vi è un'universalità delle basi cerebrali della lettura: in qualunque lingua si stia leggendo – dall'inglese al giapponese –, una sola e medesima area cerebrale viene coinvolta, la regione occipito-

temporale sinistra; le reti cerebrali della lettura costituiscono dunque un invariante antropologico che fa parte integrante della natura umana.

In ogni caso, il modello di lettura piuttosto semplice e lineare avanzato da Déjerine sembra definitivamente sorpassato e sostituito da un modello neurologico molto articolato. L'elaborazione del testo scritto comincia nell'occhio: solo il centro della retina, chiamato *fovea*, possiede una risoluzione sufficientemente elevata per riconoscere i dettagli delle lettere e, qualunque sia la dimensione dei caratteri, risultano leggibili solo le lettere più vicine al centro. Mentre stiamo leggendo una pagina, i nostri occhi si spostano tramite piccoli e rapidi movimenti detti *saccadi* oculari, che portano una regione di interesse a coincidere con la fovea in modo da poter essere oggetto di una sorta di scansione. Il sistema visivo identifica le parole sulla pagina e le scompone in mille frammenti; in generale i movimenti oculari consentono di realizzare l'esplorazione visiva attiva o *scanning* dell'oggetto, il quale non viene riconosciuto in modo globale e immediato, bensì scomposto in migliaia di piccoli frammenti, che poi il cervello ricompone. Uno studio recente ha evidenziato che, dopo 100 millisecondi, parole e volti non sono ancora configurazioni visive distinte ed evocano regioni simili nel polo occipitale, nella parte posteriore del capo, mentre dopo 150 millisecondi l'informazione inizia ad essere selezionata e le parole sono canalizzate verso la regione occipito-temporale dell'emisfero sinistro, laddove i volti attivano prevalentemente la regione simmetrica dell'emisfero destro (Tarkiainen et al. 1134). Alla fine di questo processo entrano in gioco due vie simultanee di elaborazione dell'informazione: la via *fonologica* (o *sub-lessicale*) e la via *lessicale*: la prima permette di convertire la sequenza di lettere (*grafemi*) in suoni del linguaggio (*fonemi*), la seconda consente di accedere a una sorta di dizionario mentale dove è depositato il significato delle parole. In realtà il tradizionale modello di lettura a due vie, pur rimanendo un caposaldo essenziale, verosimilmente continua a sottostimare la complessità e la divergenza delle vie neurali del leggere. In effetti, la lettura innesca l'attivazione di reti neurali dove migliaia di neuroni visivi lavorano in parallelo a tutti i livelli (tratti, lettere e parole) e, tramite sinapsi eccitatorie e inibitorie, cospirano per sostenere una parola o un'altra al fine di proporre la miglior interpretazione possibile della parola percepita (McClelland e Rumelhart 380); dunque imparare a leggere significa mettere in connessione le aree visive con le aree del linguaggio secondo interconnessioni bidirezionali che non sono ancora conosciute in dettaglio.

Dal punto di vista filogenetico, la scrittura e la lettura ad essa correlata rappresentano un'invenzione culturale relativamente recente ma di cruciale importanza, se è vero che tramite esse la nostra specie si è liberata dai vincoli della memoria e ha avuto accesso ad un sapere che, non dipendendo più dalla ripetizione orale, può ampliarsi enormemente. La scrittura è nata circa 5400 anni fa presso i Babilonesi e lo stesso alfabeto fonetico ha 3800 anni; questi tempi dell'invenzione della scrittura/lettura non sono che un istante se confrontati con quelli dell'evoluzione della specie. Emerge dunque con forza quello che è stato definito dal neuroscienziato francese Stanislas Dehaene il *paradosso della lettura*. Com'è possibile che il nostro cervello di *Homo sapiens* si sia così perfettamente adattato alla lettura laddove questa attività è un'invenzione culturale recente? In che modo il nostro cervello di primate, prodotto di milioni di anni di evoluzione in un mondo senza scrittura, arriva ad adattarsi ai problemi specifici che pone il riconoscimento delle parole? Operando una sorta di rivoluzione copernicana, Dehaene propone una tesi forte, che si basa sul concetto di *riciclaggio neuronale*: il nostro cervello non è fatto per la lettura, ma in un modo o nell'altro vi si riconverte grazie alla sua innata plasticità. In altri termini, esso non si è evoluto per la lettura, ma al contrario è la lettura che si è evoluta fino ad acquisi-

re una forma adatta ai nostri circuiti; l'attività del leggere sarebbe dunque possibile grazie al riciclaggio di dotazioni preesistenti nel nostro cervello, i cosiddetti *neuroni della lettura*, situati nella regione occipito-temporale sinistra (Dehaene 7). Potremmo definire questa ipotesi *evoluzionismo grammatologico*, giacché a evolvere non sono i neuroni, bensì la scrittura che poco alla volta deve selezionare i segni più riconoscibili per il nostro cervello. Insomma ad un certo punto l'umanità ha scoperto che poteva riconvertire il suo sistema visivo per riconoscere la scrittura: gli stessi neuroni che riconoscono la forma dei volti o la forma degli oggetti materiali possono anche modificare la loro selettività per rispondere a oggetti artificiali, forme frattali o lettere. La prova migliore e più visibile del fatto che il cervello umano non è cablato per la lettura è la dislessia; questa disabilità di lettura, che altro non è se non una diversa architettura neuronale di alcune aree del cervello, sarebbe dunque «un'attestazione evolutiva quotidiana che sono possibili differenti organizzazioni cerebrali» (Wolf 233).

Da un punto di vista ontogenetico, cioè di evoluzione dell'individuo, si può notare che la scrittura, la quale è stata perfezionata nel corso di 5400 anni, deve essere assorbita dal cervello dei bambini in circa duemila giorni. Si tratta di un processo di acquisizione molto faticoso: tutti i bambini di qualunque lingua incontrano delle difficoltà nel momento in cui imparano a leggere e si stima che il 10% di loro, una volta adulto, continuerà a non padroneggiare i rudimenti della comprensione di un testo. Di fatto, i dati sperimentali attestano che le regioni laterali sinistre sono già attive nel bambino molto prima dell'inizio della produzione del linguaggio; così sono stati documentati segni neuronali di apprendimento già a sette mesi per i fonemi della lingua madre, a nove mesi per le parole familiari e a trenta mesi per le anomalie semantiche e sintattiche nelle frasi (Dehaene-Lambertz et al. 2014; Kuhl e Rivera-Gaxiola 515). Gli studi in generale dimostrano che vi è continuità tra le prime fasi dell'apprendimento linguistico nell'infanzia e il livello complesso di elaborazione linguistica raggiunto a tre anni di età, quando di solito il bambino mostra di aver acquisito in modo implicito le principali regole grammaticali, è dotato di una certa padronanza lessicale e consapevolezza fonologica ed è in grado di portare avanti una conversazione anche di una certa complessità. Tuttavia, se è vero che i bambini sono cablati rispetto ai suoni linguistici, i caratteri a stampa costituiscono un accessorio opzionale che deve essere acquisito diligentemente (Wolf 25). Dunque l'apprendimento della lettura e della scrittura si colloca a un livello successivo, dipendendo dalla capacità del cervello di collegare fonti diverse di informazioni – visive, uditive, linguistiche e concettuali –, un'integrazione resa possibile dalla maturazione delle aree preposte a queste informazioni, dalla velocità di comunicazione tra tali regioni ma anche dalla mielinizzazione degli assoni delle cellule nervose. Si rende allora necessaria una piccola precisazione. Ogni cellula del sistema nervoso (*neurone*) possiede un prolungamento, detto *assone*, lungo il quale viaggiano, in uscita dal neurone stesso, gli impulsi elettrici diretti ad altre cellule nervose. Affinché la conduzione di tali impulsi sia il più rapida possibile, l'assone possiede un rivestimento isolante, la *mielina*: si tratta di una sorta di un manicotto isolante di sostanza grassa che funge da materiale conduttore dell'impulso nervoso. Anche se entro i cinque anni tutte le regioni sensoriali e motorie sono rivestite di mielina, le principali regioni cerebrali coinvolte nella capacità di integrare informazioni visive, verbali e uditive – come ad esempio il giro angolare – non sono del tutto mielinizzate prima dei cinque anni e oltre; dunque la scelta di collocare l'inizio dell'apprendimento di scrittura e lettura a cinque-sei anni avrebbe un fondamento biologico.

Studi recenti hanno dimostrato, se mai ce ne fosse bisogno, che leggere fa bene anche da un punto di vista neuronale: una ricerca effettuata negli Stati Uniti nel 2009 dimostra,

attraverso l'uso di tecniche di *neuroimaging*, che un intervento intensivo di riabilitazione alla lettura nei bambini dislessici è in grado di modificare anatomicamente la cosiddetta sostanza bianca ossia quei larghi fasci di connessioni nervose che collegano le regioni corticali distanti; così, al termine dell'esperimento i bambini, tutti tra gli otto e i dieci anni, mostravano un significativo aumento dell'anisotropia frazionale (l'organizzazione microstrutturale della sostanza bianca), associata con un aumento della mielinizzazione delle fibre nervose (Keller e Just 624 ss.). In sostanza il vantaggio neuronale sarebbe un surplus che va ad aggiungersi a quel «piacere divino» della lettura di cui parlava Marcel Proust (3).

Un ultimo ambito di riflessione può essere costituito dalla rivoluzione digitale in atto e dalle trasformazioni che essa sta introducendo anche nel campo della lettura, dell'apprendimento e della didattica. L'effettiva incidenza di questa 'rivoluzione' va in parte ridimensionata da un punto di vista quantitativo per ciò che riguarda il nostro paese: ad oggi gli e-book, che in Italia hanno cominciato di fatto a prendere piede solo tra la fine del 2010 e l'inizio del 2011 – in forte ritardo rispetto al mondo anglofono –, rappresentano una quota inferiore all'1% delle vendite.¹ Nondimeno, la lettura digitale apre potenzialmente vasti scenari di cambiamento, aumentando per il lettore le possibilità di interazione con il testo: ad esempio, egli può accedere a dizionari interattivi che si attivano quando una parola viene selezionata sullo schermo, mentre sottolineature e segnalibri possono essere esportati in un file di testo; è inoltre possibile effettuare ricerche attraverso parole chiave. Per una lettura siffatta – di tipo ipertestuale – risultano abituali comportamenti come cliccare dei link, saltare da una pagina all'altra, interrompere per fare una ricerca e così via. Più in generale, un testo digitale può essere definito *sinsemico* laddove per *sinsemia* si intende la disposizione deliberata e consapevole di elementi di scrittura nello spazio con lo scopo di comunicare, attraverso l'articolazione spaziale, in modo ragionevolmente univoco e secondo regolarità. L'organizzazione sinsemica permette di visualizzare correlazioni tra gli elementi che costituiscono un testo e in particolare di mostrare rapporti complessi che in forma lineare sarebbe molto difficile rendere; in altri termini, essa consente la lettura sinottica di un problema. Insomma, «la disposizione spaziale ha un valore non solo illustrativo ma anche euristico, cioè permette di fare scoperte, e addirittura consente di sviluppare dimostrazioni, e quindi di giocare un ruolo in processi di tipo deduttivo» (Perondi e Romei); tale funzione della scrittura/lettura digitale emerge quando si considera la fase della comprensione, mentre non pare riguardare aspetti quali il riconoscimento di parole e in generale la decodifica di un testo. A questo livello, forse l'unico cambiamento degno di nota sta nel fatto che l'uso della rete in effetti favorirebbe lo sviluppo della visione periferica, più adatta a identificare movimenti e forme, piuttosto che quello della visione foveale, tipica della lettura di libri a stampa (Massarenti).

In sintesi, sebbene in quest'ambito le ricerche siano solo agli inizi, pare di poter affermare che la rivoluzione digitale non muti in modo sostanziale i meccanismi neuronali del leggere; il settore dove potenzialmente appaiono più significative le ricadute della lettura digitale è quello dell'apprendimento, con importanti implicazioni per il *côté* educativo. A questo proposito è significativo un recente studio portato avanti da un gruppo di ricerca dell'Università Bar-Ilan di Ramat-Gan (Tel Aviv) per investigare il contributo degli e-book all'acquisizione della lettura. Gli studiosi si sono serviti di due e-book partico-

¹ Dato fornito dal *Primo Rapporto sulla promozione della lettura in Italia*, marzo 2013, curato dall'Associazione Forum del Libro su incarico del Dipartimento per l'Informazione e l'Editoria della Presidenza del Consiglio dei Ministri (<http://www.forumdellibro.org/>).

lari, appositamente studiati per promuovere l'affermarsi dell'alfabetizzazione, nei quali tra l'altro il testo è sottolineato man mano che la voce di un narratore procede nella lettura al fine di aiutare i bambini a collegare oralità e scrittura ed inoltre si può cliccare su specifiche parole ascoltandone il suono cosicché venga stimolata la consapevolezza fonologica del livello sillabico e sub-sillabico; vi è infine la possibilità per un bambino di rileggere/riascoltare il testo. Un gruppo di 128 bambini dai cinque ai sei anni sono stati divisi in quattro gruppi da 32 ciascuno: oltre al gruppo di controllo che di fatto non partecipava alla sperimentazione ma seguiva il normale programma scolastico, nel primo gruppo vi erano bambini che leggevano da soli i due e-book, mentre i membri del secondo leggevano gli e-book con l'ausilio di un adulto e infine il terzo gruppo leggeva le versioni a stampa dei due medesimi libri, seguendo le istruzioni di un educatore. Prima e dopo l'intervento i bambini sono stati sottoposti a test di misurazione volti a rilevare abilità quali la competenza fonologica e la lettura di parole: ebbene, il gruppo che mostrava i miglioramenti più significativi era proprio quello che aveva avuto la possibilità di leggere gli e-book con la mediazione di un adulto (Segal-Drori et al. 913 ss.).

Bibliografia

- Cattell, James McKeen. "The Time Taken Up by Cerebral Operations." *Mind* 11 (1886): 220-242.
- Changeux, Jean-Pierre. *L'uomo neuronale*. Trad. Cesare Sughi. Milano: Feltrinelli, 1993. Stampa.
- Cohen, Laurent. *L'uomo termometro. Quando il cervello si guasta*. Trad. Giovanni Sias. Torino: Bollati Boringhieri, 2006. Stampa.
- Dehaene, Stanislas. *I neuroni della lettura*. Trad. Corrado Sinigaglia. Milano: Raffaello Cortina, 2009. Stampa.
- Dehaene, Stanislas et al. "The Visual Word Form Area: A Prelexical Representation of Visual Words in the Fusiform Gyrus." *Neuroreport* 13.3 (2002): 321-325.
- Dehaene-Lambertz, Ghislaine, Stanislas Dehaene e Lucie Hertz-Pannier. "Functional Neuroimaging of Speech Perception in Infants." *Science* 298 (2002): 2013-2015.
- Déjerine, Joseph-Jules. "Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale." *Mémoire de la Société de Biologie* 4 (1892): 61-90.
- Gernsbacher Morton, Ann e Michael P. Kaschak. "Neuroimaging Studies of Language Production and Comprehension." *Annual Review of Psychology* 54 (2003): 91-114.
- Keller, Timothy e Marcel Adam Just. "Altering Cortical Connectivity: Remediation-Induced Changes in the White Matter of Poor Readers." *Neuron* 64.5 (2009): 624-631.
- Kuhl, Patricia e Maritza Rivera-Gaxiola. "Neural Substrates of Language Acquisition." *Annual Review of Neuroscience* 31 (2008): 511-534.
- Massarenti, Armando. "Cosa sta facendo internet ai vostri neuroni." *Il Sole 24 Ore*, 2 gennaio 2011.
- McClelland, Jay e David E. Rumelhart. "An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: I. An Account of Basic Findings." *Psychological Review* 88.5 (1981): 375-407.

- Perondi, Luciano e Leonardo Romei. "Le forme di scrittura 'penalizzate' dalla stampa risorgeranno sui tablet." *Il Sole 24 Ore*, 28 ottobre 2010.
- Proust, Marcel. *Sulla lettura*. Trad. Anna Luisa Zazo, Milano: Mondadori, 1995. Stampa.
- Segal-Drori, Ora et al. "Reading Electronic and Printed Books with and without Adult Instruction: Effects on Emergent Reading." *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal* 23.8 (2010): 913-930.
- Tarkiainen, Antti, Piers L. Cornelissen e Riitta Salmelin. "Dynamics of Visual Feature Analysis and Object-Level Processing in Face versus Letter-string Perception." *Brain* 125.5 (2002): 1125-1136.
- Wolf, Maryanne. *Proust e il calamaro. Storia e scienza del cervello che legge*. Trad. Stefano Galli. Milano: Vita e Pensiero, 2009. Stampa.