

# STORIA DEL CERVELLO COME ORGANO DELLA MENTE

Studio di Tina Broccoli

## Rivoluzione neuroplastica

Il cervello umano è in grado di modificare “se stesso”

Tesi attualmente avallata da scienziati, medici, pazienti.

L'uomo è dotato di flessibilità, adattabilità, neuroplasticità che gli permettono di riorganizzare rimodellare le connessioni neuronali o circuiti nervosi anche in età avanzata.

Il termine “neuroplasticità” del cervello indica questa sua proprietà.

“Neuro” sta per “neuroni”, cellule del cervello.

“Plastico” indica modificabile, flessibile, mutevole.

“Neuroscienza” studio del cervello

Per 400 anni la scienza ha sostenuto che il cervello è immutabile ma, tra la fine degli anni sessanta e l'inizio degli anni settanta, alcuni scienziati dopo una serie di scoperte inaspettate dimostrarono che il cervello è *plastico*, in grado di modificare la sua struttura e di perfezionare i suoi circuiti e, se alcuni suoi componenti vengono danneggiati in circostanze particolari, possono essere sostituiti.

Il concetto *cervello-macchina* non poteva più spiegare i cambiamenti osservati dai ricercatori.

## Un po' di storia

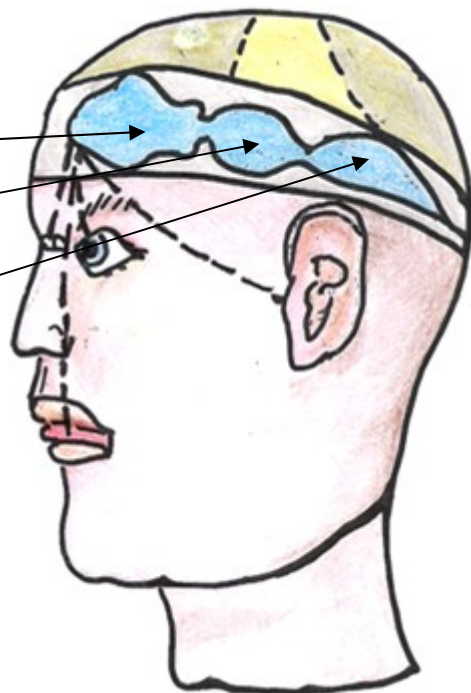
Il cervello ha affascinato l'uomo fin dall'antichità.

Nel periodo greco, grandi pensatori formularono ipotesi tra “l'origine e la natura della coscienza”. Secondo Aristotele, il cervello di un neonato era una *tabula rasa* e, quando iniziava il viaggio della vita, le esperienze venivano registrate sulla tavoletta mediante i sensi che interagivano con l'ambiente. Per Aristotele, “non c'è nulla nella mente che non sia prima dei sensi”. Quest'affermazione prevalse per 2000 anni. Antiche riflessioni tra lesioni cerebrali e perdita di memoria sono riportate su antichi testi egizi risalenti al 1700 a. C. definiti *papiro egizio*.

**Galeno** (151-201 d.C.) introdusse la *teoria delle celle*, un abile medico greco che studiò il sistema nervoso degli ungulati (bue, cinghiale). Sulla base delle sue osservazioni ipotizzò l'esistenza di una *rete mirabilis*, una struttura vascolare e che il cervello fosse un involucro con la funzione di sostenere e proteggere le cavità sottostanti (ventricoli) nei quali scorreva un liquido connesso con l'anima di ciascun essere vivente. Secondo questo modello, le celle contenevano gli *spiriti animali*, le informazioni percepite dagli organi di senso venivano trasmesse ad una porzione sensoriale del cervello. L'attività veniva quindi trasmessa ad una regione integrativa centrale collegata con i sensi e la memoria e veniva identificata nel cervelletto la porzione motoria capace di originare il movimento.

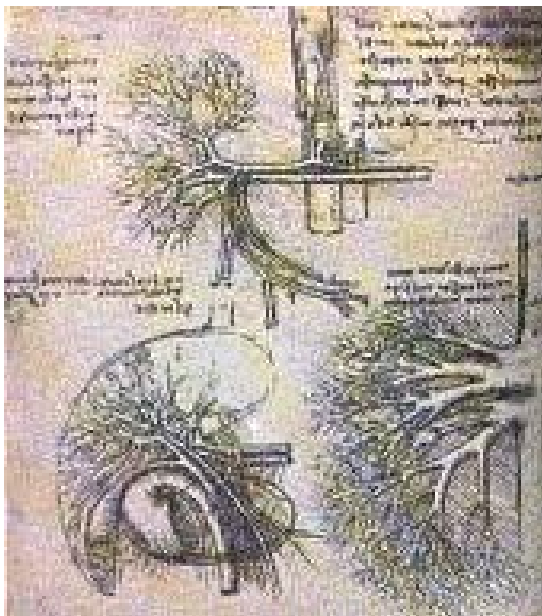
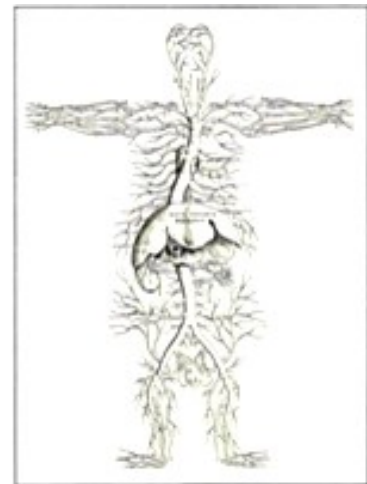
L'idea del *cervello macchina* guidò la *neuroscienza* fin dalla sua nascita avvenuta nel Seicento. Gli insegnamenti di Galeno erano seguiti e accettati da più di mille anni e vi era una totale fiducia nelle sue idee che non venivano mai criticate. Nel Medioevo, fu ripresa da filosofi e naturalisti, i quali pensarono che le *facoltà mentali* potessero essere localizzate nei ventricoli cerebrali. La teoria delle celle si accordava con il Pensiero della Chiesa dal momento che *l'anima fluiva nelle celle*. La concezione medioevale, sosteneva che le facoltà del cervello fossero localizzate nei ventricoli situati l'uno dietro l'altro:

- Il 1° registrava le impressioni recepite dai sensi: gusto, vista, olfatto e udito
- Il 2° le assimilava
- Il 3° le memorizzava



## Sviluppo nel periodo rinascimentale

I medici del Rinascimento sezionarono il cervello con maggior frequenza e la teoria delle cellule non confermava le loro scoperte. **Leonardo da Vinci** (1452-1519), con disegni accurati delle strutture anatomiche, descrisse le connessioni che esistevano tra cervello-organi di senso, tra cervello e midollo spinale. In questo periodo, inoltre, vengono fatte importanti scoperte sulle strutture anatomiche del cervello come il *corpo calloso* che collega i due emisferi. Ma rimangono inalterate le teorie galeniche, fra queste la concezione che le abilità mentali fossero localizzate in aree specifiche. **Leonardo da Vinci e Andrea Vesalio** misero in dubbio che il centro della circolazione sanguigna fosse il *fegato* come si credeva nel 1500 ma non riuscirono a dimostrarlo.



Lo straordinario lavoro sul corpo umano, con splendidi disegni raffiguranti le strutture anatomiche e le connessioni tra cervello e organi di senso o cervello e midollo, fu ignorato dai contemporanei.

Solo nella seconda metà del 1500, ricercatori e scienziati ripresero lo studio sistematico del corpo umano che portò a conoscenze più approfondite sull'anatomia e fisiologia preannunciate da Leonardo. Ma le ricerche di alcuni studiosi sulla circolazione come quella di **Servete**, allievo di Vesalio, furono stroncate da una condanna al rogo.

**Andrea Vesalio** (1514-1564), medico laureato all'Università di Padova, mise in discussione le teorie galeniche basando le sue osservazioni sulla dissezione dei cadaveri. In questo modo, poté descrivere e disegnare il corpo umano in maniera corretta e precisa in splendide tavole anatomiche.

## Metodo scientifico nel XVII secolo

Corresse gli errori di Galeno su femore, radio e fegato, descrisse la circolazione della mano e del ginocchio, la struttura del cuore e il percorso dei vasi. Le sue affermazioni fecero scandalo e temendo per la sua vita, si rifugiò in Spagna. Morì dopo un anno nell'isola di Zante.

Il pensiero scientifico fino all'evento di **Galileo** era dominato dalle teorie aristoteliche che si basavano sull'osservazione di fenomeni naturali e fisici. **Galileo Galilei** (1564-1642), studiando il moto dei corpi, unì il *metodo empirico* basato sull'esperienza a quello *matematico*, convinto



dell'utilità della matematica per l'interpretazione della natura e la conoscenza delle leggi che la governano. Rispetto alla scienza ufficiale, introdusse un metodo innovativo che demolì molti principi della fisica aristotelica (come quella della caduta dei corpi). Il metodo sperimentale introdotto da Galileo poté affermarsi perché accompagnato dall'utilizzazione di nuovi strumenti di misura quali l'orologio ad acqua, il pendolo, la bilancia, il regolo, e il cannocchiale e il termometro da lui inventati.

Lo scienziato pisano con i suoi studi diede un enorme contributo alla nascita della scienza moderna. Le scoperte di Galileo Galilei,

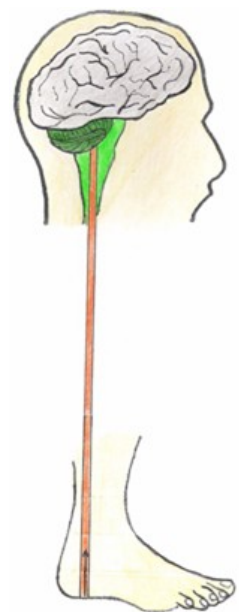
che aveva dimostrato che i corpi erano inanimati e regolati da leggi meccaniche, avevano impressionato gli scienziati, che pensavano che la natura fosse un grande orologio cosmico regolato da leggi fisiche e iniziarono a spiegare gli esseri viventi e gli organi corporei in termini meccanici.

**William Harvey** (1578-1657), inglese, studente di medicina a Padova dove insegnava Galileo, sentì la sua influenza. Studiò il sistema circolatorio del corpo umano; dopo diversi anni di sperimentazione, dimostrò che il *cuore funziona come una pompa*, spingendo il sangue nei vasi, nelle arterie che lo distribuiscono ai tessuti, da qui attraverso le vene ritorna al cuore. Ma non riuscì a verificare il collegamento tra arterie-vene, dimostrato negli anni successivi da **Malpighi**.

Harvey tracciò un quadro complessivo accompagnato da disegni, prove, calcoli, impostato sul *metodo scientifico*. Nel suo trattato di 72 pagine scritte in latino, pose le basi della moderna medicina.

Come Harvey pensava il matematico e filosofo **Cartesio** vissuto nel 1600. Sosteneva che il cervello e il sistema nervoso funzionassero come una pompa. Considerava i nervi un insieme di tubi nei quali scorreva un liquido che dagli arti raggiunge il cervello e viceversa. Fu il primo a formulare la teoria dei *riflessi*: riteneva che quando la pelle veniva toccata, una sostanza liquida scorresse nei nervi per raggiungere il cervello e per venire meccanicamente riflessa in direzione opposta producendo movimento muscolare.

La concezione cartesiana sul funzionamento cerebrale può apparire grossolana pur non discostandosi molto dalla verità, prefigurando per certi aspetti la fisiologia moderna. Bisogna considerare il periodo storico nel quale Cartesio è vissuto poiché i mezzi di ricerca a disposizione degli studiosi erano modesti.



Modello idraulico del sistema nervoso ipotizzati da Cartesio

Il microscopio è stato inventato nella seconda metà del XVII secolo dall'olandese **Leeuwenhoek** che diede l'avvio ad una serie di ricerche del mondo invisibile, permettendo di osservare oggetti fino ad allora non visibili dall'occhio umano. Si arrivò alla scoperta della *cellula* attribuita al ricercatore inglese **Robert Hooke** (1635-1703) e al bolognese **Marcello Malpighi** (1627-1694).

**Anton Van Leeuwenhoek** (1632-1723), era un commerciante olandese di tessuti. Ispettore dei vini, dei pesi e delle misure, aveva come hobby la costruzione dei microscopi e, sembra, ne abbia costruiti più di duecento. Si divertiva ad osservare tutto ciò che l'occhio umano non riusciva a vedere, spalancando la porta all'universo dell'invisibile. Il suo voler comprendere con ogni mezzo perché il pepe fosse così piccante gli permise di fare una scoperta sensazionale.

Mise alcuni grani di pepe nell'acqua e, dopo alcune settimane, osservò al microscopio il liquido ottenuto e vide che era popolato da innumerevoli animaletti i *protozoi*; erano così tanti, quasi infiniti da “superare la densità della popolazione dei Paesi Bassi” come affermò più tardi. La sua curiosità e la casualità aprirono la strada alla futura *microbiologia*.

**Leeuwenhoek**, con le sue lenti che ingrandivano 500 volte l'oggetto, osservò i nervi di un vitello ma non riuscì ad avere sufficienti certezze, per contrastare il pensiero comune sul carattere tubulare dei nervi. Invece **A. Monro** attraverso esperimenti aveva constatato che i nervi non erano dei tubi dove circolava una sostanza simile ad un fluido ma erano dei *cordoni pieni*. La contrazione muscolare avveniva senza cambiamenti di volume per mezzo di un *fenomeno elettrico*.

La dimostrazione da parte di alcuni scienziati che nei nervi non scorreva un fluido ma una corrente elettrica perfezionò la teoria cartesiana. Ma la concezione di Cartesio del *cervello macchina* rimase per culminare nella teoria *localizzazionista* che suddivideva il cervello in scompartimenti o aree; ciascuna area aveva una collocazione e una funzione predeterminata, se una parte veniva danneggiata non era più sostituibile.

**Marcello Malpighi** (1628-1694), biologo e medico bolognese utilizzò il *microscopio* per studiare strutture anatomiche. In contrasto con le idee dei suoi contemporanei, sosteneva che non era sufficiente descrivere gli organi ma bisognava scoprire, rappresentare, descrivere le loro *funzioni*, aprendo una strada nuova alla medicina. Attraverso gli studi, esaminò il sangue ed evidenziò i *globuli rossi*. Scoprì l'esistenza dei *capillari* arteriosi e venosi, dando un contributo alle scoperte di Harvey sulla circolazione sanguigna. Individuò il tessuto polmonare e gli alveoli. Analizzò il rene e la struttura dei *nefroni*, scoprì i *glomeruli* chiamati col suo nome *glomeruli di Malpighi*. Esplosero, però, le invidie, le gelosie, le rabbie che covavano nell'ambiente di ricerca bolognese. Vennero dati alle fiamme la sua casa, lo studio, gli scritti. Malpighi continuò comunque il suo percorso di ricercatore, certo di dover pagare per un ideale libero da pregiudizi.

Il filosofo svizzero **Rousseau** (1712-1778) fece sorgere la sua idea per opporsi criticamente alla visione meccanicistica del pensiero illuminista sostenendo che la *natura* fosse *viva*, con una storia, in grado di trasformarsi nel tempo, come il cervello che sa organizzarsi sotto l'influenza dell'ambiente in base all'esperienza personale e che è necessario allenare i sensi e le abilità mentali come si allenano i muscoli. Rousseau pensava che l'educazione e la cultura trasformasse radicalmente l'uomo. Per comprendere gli uomini osservava gli animali. Riteneva che gli animali dopo alcuni mesi dalla nascita rimanessero sempre uguali, a differenza dell'uomo che cambiava nel corso della sua esistenza a causa della sua *perfettibilità*, lanciando un termine di moda, descrivendo una plasticità malleabile, essenzialmente umana.

## Localizzazione cerebrale

L'ipotesi *localizzazionista* molto discussa all'inizio del XIX secolo da filosofi e naturalisti si basava sul principio che le facoltà mentali fossero localizzate in aree specifiche del cervello e che ogni regione fosse deputata a una particolare funzione senza avere interazioni con altre aree.

L'interprete di questa ipotesi fu l'anatomista tedesco **Franz Gall** (1758-1828) padre della frenologia, che riteneva il cervello un mosaico di organi specializzati in funzioni specifiche, localizzate nella corteccia cerebrale. Mentre i sostenitori delle ipotesi *Olistiche* pensavano fosse impossibile localizzare le attività umane in aree specifiche del cervello perché ritenute il risultato di attività cerebrali generalizzate all'intero sistema.

**Gall** per primo descrisse la differenza tra materia grigia e materia bianca e asserì che le facoltà mentali sono localizzate in aree particolari del cervello.

Le aree cerebrali che presentano un particolare sviluppo indurranno la formazione di prominenze ossee del cranio. Le mappe *frenologiche* di **Gall** presentavano aspetti poco scientifici.

Attraverso la frenologia si potevano dedurre le differenze individuali delle attività mentali ed emotive basate sulla disposizione delle forme e delle protuberanze craniche, considerate l'espressione di un maggiore o minore sviluppo degli organi corticali.

A **Gall** va tuttavia il merito di aver dato importanza alla corteccia cerebrale, non più considerata un involucro protettivo di strutture sottostanti come: ventricoli e nuclei sottocorticali, ma sede delle funzioni mentali.

Inoltre, tracciò la distinzione tra aspetti motori e centrali del linguaggio ed asserì che il centro della produzione della parola risiede nei lobi frontali, seme per la futura scienza neurolinguistica.

**Gall** insegnò la sua ideologia a Vienna ma le sue lezioni pubbliche furono osteggiate dall'imperatore Francesco I che lo accusò di materialismo in contraddizione con morale e religione. Lasciò Vienna e peregrinò per l'Europa; questi spostamenti gli permisero di venire in contatto con esponenti della comunità scientifica in Francia e in Inghilterra dove un medico, **Alexander Hoop**, in base ad osservazioni fatte su pazienti con disturbi del linguaggio espressivo formulò l'ipotesi che la capacità del linguaggio fosse localizzata nel lobo frontale sinistro.

Per l'organizzazione mentale del linguaggio espressivo, **Hoop** postulò l'esistenza di tre componenti:

- una preposta al controllo dei muscoli articolari indispensabili per formulare la parola
- una per pianificare ed organizzare la parola che si vuole utilizzare
- una per l'organizzazione della memoria relativa alla parola.

Ipotesi ritenute estremamente moderne circa l'organizzazione mentale del linguaggio. Contemporaneamente, l'ipotesi di **Gall** suscitò in Francia un vivace dibattito.





**Pierre Paul Broca** (1824-1880) dimostrò la tesi della *Localizzazione* un giovane anatomista francese nel 1861 descrisse al Congresso medico le osservazioni fatte su un suo paziente colpito da ictus vent'anni prima che aveva il braccio destro paralizzato e perso l'uso della parola ma riusciva a farsi comprendere attraverso l'uso dei gesti. **Leborgue**, così si chiamava il paziente, presentava disturbi del linguaggio ma non aveva disturbi articolari o di comprensione. **Broca** definì questa sindrome *afemia* o perdita della parola in presenza di una buona comprensione.

Dopo la morte del paziente, eseguì l'autopsia e notò che l'emisfero sinistro presentava un'ampia lesione che coinvolgeva il lobo frontale inferiore. Inoltre, ebbe l'occasione di osservare altri pazienti che presentavano sintomi analoghi a **Laborgue** riportando la descrizione dei casi alla comunità scientifica nel 1863. Nello stesso anno ebbe l'occasione di avere un altro paziente con lesione anteriore dell'emisfero destro ma non presentava disturbi del linguaggio.

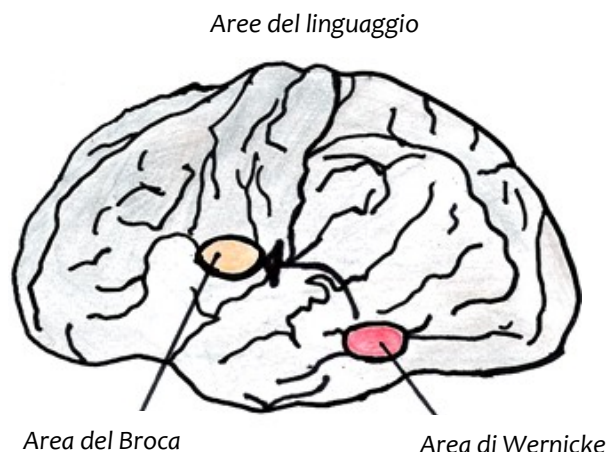
Attraverso queste osservazioni **Broca** ipotizzò che:

- il lobo frontale inferiore sinistro è il centro delle immagini motorie delle parole. Lesioni in questa regione generano perdita del linguaggio o *afasia motoria*.
- Esiste un' asimmetria funzionale tra emisfero destro e sinistro tale che l'emisfero sinistro (nei destrimani) è l'emisfero dominante e controlla le funzioni linguistiche. (**Broca** 1865)

La scoperta di **Broca** è stata importante perché per la prima volta una funzione mentale complessa è stata localizzata nella corteccia.

**Carl Wernicke** (1840-1905) Psichiatra tedesco ha descritto il caso di due pazienti che presentavano sintomi opposti a quelli osservati da **Broca** con difficoltà nel comprendere il linguaggio sentito o udito mentre il linguaggio espressivo-motorio rimaneva quasi inalterato. **Wernicke** ipotizzò che la lesione interessasse una zona del cervello diversa da quella individuata da **Broca**. L'autopsia post mortem eseguita su uno dei pazienti evidenziò una lesione dell'emisfero sinistro nel lobo temporale sinistro. **Wernicke** pensò che gli aspetti espressivi (motori) del linguaggio fossero distribuiti nell'area identificata da **Broca** mentre, nell'area da lui individuata, fossero localizzati gli aspetti recettivi del linguaggio definito *Centro delle immagini acustiche (o sensoriali) delle parole*. Le due aree erano collegate da un fascio di fibre sottocorticali: fascicolo arcuato. Di conseguenza, una lesione del Centro delle immagini motorie causa *afasia motoria*, mentre una lesione del Centro delle immagini acustiche causa *afasia sensoriale e motoria*.

Sono termini introdotti da **Wernicke** per distinguere le diverse sindromi.



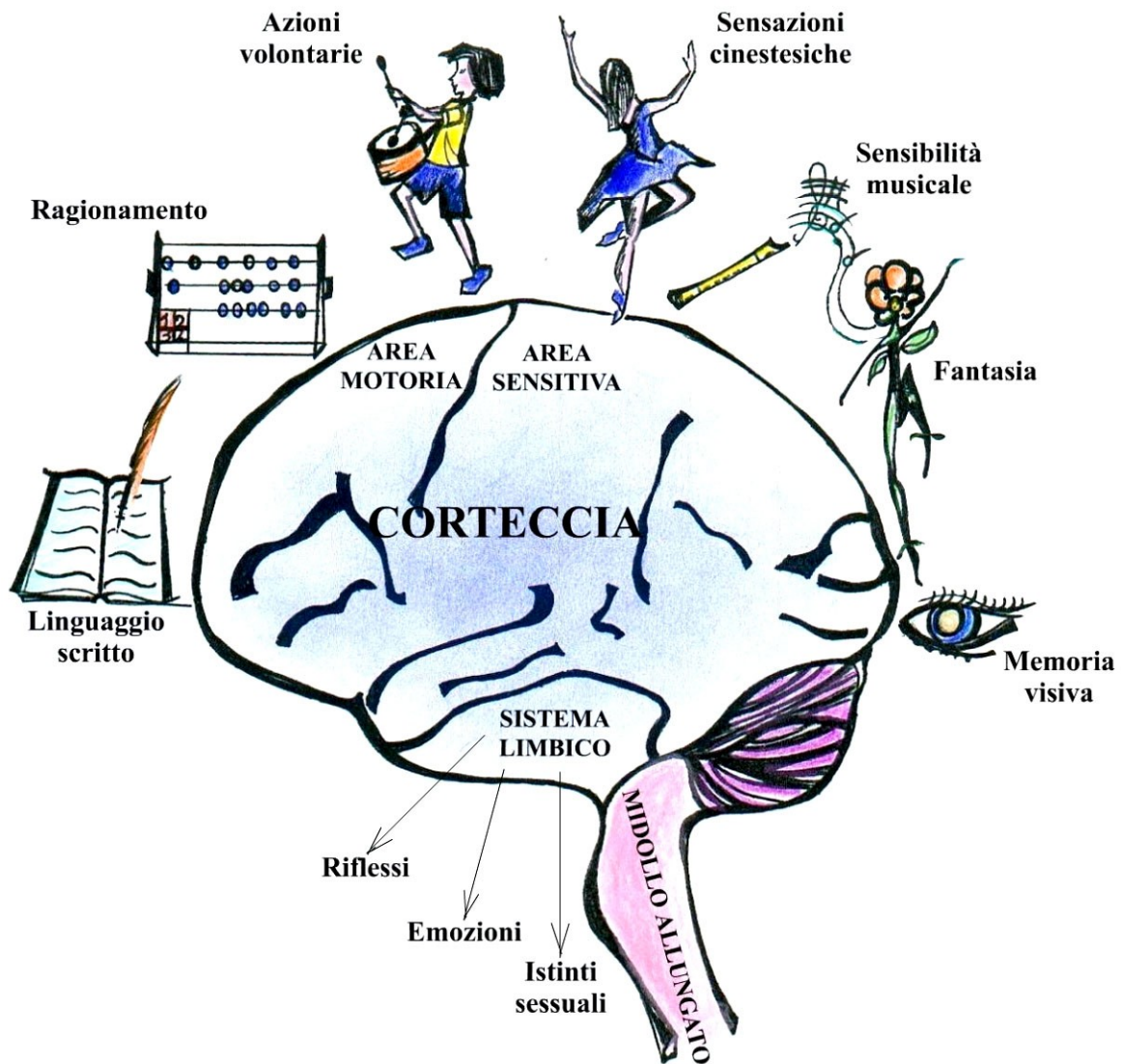


## XX secolo: reazioni alle posizioni *localizzazioniste*

Neurologi famosi come **Monakow** 1910, **Head** 1926, **Goldstein** 1948 ebbero seri dubbi che meccanismi complessi dell'attività mentale potessero essere localizzati in aree specifiche del cervello pur riconoscendo che funzioni elementari come udito, vista, sensibilità, movimento erano rappresentate sulla corteccia cerebrale. Di conseguenza, postularono che fenomeni complessi "semantici" e di "comportamento" fossero il risultato dell'attività dell'intero cervello.

**Sherrington** (1934-1942) tentò di dimostrare che il comportamento categoriale fosse la più alta espressione dell'attività cerebrale dipendente più dalla massa del cervello coinvolto nell'esecuzione dell'attività umana che dalla partecipazione di aree specifiche corticali.

Idee emerse nello studio della storia del cervello come organo della mente. (**Florens** 1824; **Leshly** 1929).



I comandi del cervello

Figura Ritorno alla vita con il Metodo Feldenkrais di Tina Broccoli - pag- 16 Edizione Il Ponte Vecchio

<b>Midollo allungato</b>	⇒	Regola i movimenti involontari, battito cardiaco, respirazione, riflessi.		
<b>Sistema limbico</b>	⇒	Sede delle emozioni primarie: rabbia, odio, paura.		
	⇒	Sede dei comportamenti: aggressione, fuga, ossessività.		
<b>Neocorteccia</b>	⇒	Zona Primaria	⇒	Sensitiva      Arrivano informazioni.
			⇒	Motoria      Partono informazioni.
		Zona Associativa	⇒	Elaborano e trattengono informazioni
			⇒	Permettono le attività superiori: - Linguaggio - Memoria - Attenzione - Riconoscimento oggetti e immagini

## Studi sperimentali elettrofisiologici su pazienti

**Wilder Panfield** (1891-1976), neurochirurgo canadese, utilizzò la *Tecnica della stimolazione corticale* per costruire mappe dell'organizzazione cerebrale, per individuare punto per punto, le varie parti del corpo rappresentate sul cervello, dove venivano elaborate le rispettive attività mentali.

Per diversi anni, lavorò alla mappatura della corteccia sensitiva e motoria condotta su pazienti epilettici o ammalati di tumore mentre erano operati senza anestesia, poiché nel cervello non ci sono recettori del dolore, per distinguere il tessuto sano da quello patologico che doveva essere rimosso.

**Panfield** scoprì che stimolando la corteccia sensoriale elettricamente innescava sensazioni che si diffondevano su tutto il corpo del paziente.

Quando toccava un'area specifica della mappa cerebrale poteva sentire la mano, oppure avvertire sensazioni tattili al viso, alle labbra, al braccio, alle spalle.

Ogni volta chiedeva al paziente la sensazione avvertita per accertarsi di non asportare il tessuto sano.

In questo modo, fu in grado di indicare tutti i punti della mappa sensoriale cerebrale che corrispondevano alla superficie del corpo.

Con la stessa modalità definì la mappa della corteccia motoria, area che controlla i movimenti motori.

Toccano i vari punti della corteccia poteva indurre il movimento nel piede, gamba, braccio e viso del paziente.

Scoprì inoltre, che le mappe sensitive e motorie avevano un'organizzazione topografica nel senso che ad aree adiacenti della superficie corporea corrispondevano aree adiacenti delle mappe.

Scoprì anche che, toccando aree specifiche del cervello, potevano insorgere ricordi d'infanzia o sensazioni oniriche.

Gli studi di **Panfield** influirono sull'opinione di studiosi; benché non avesse mai affermato che il cervello non potesse modificarsi, insegnarono ai loro allievi che le mappe della corteccia somato-sensitiva erano fisse e immutabili per tutta la vita.

**Merzenich** scoprì che le mappe non erano né immutabili né universali, che le loro superfici e i loro confini variavano da individuo a individuo in relazione all'attività svolta nel corso della vita.

## Rappresentazione corticale

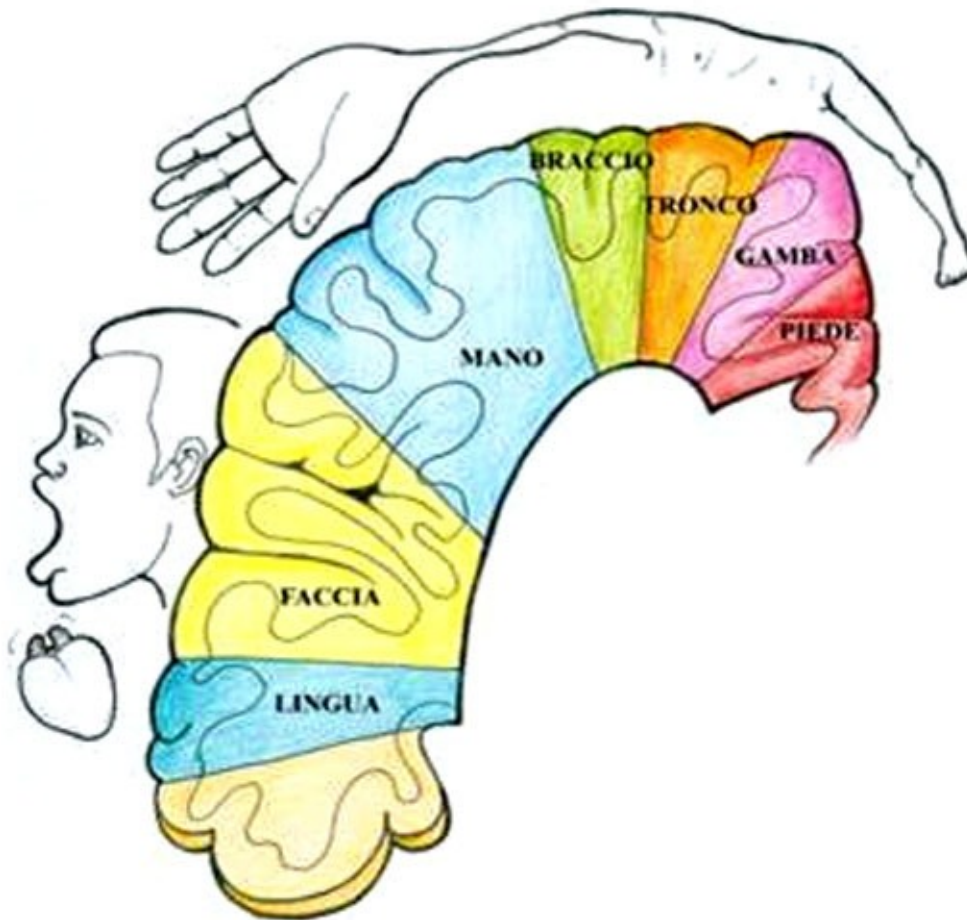


Figura. Sulla corteccia cerebrale è rappresentato tutto il corpo: *Homunculus* motorio e sensitivo. L'area che rappresenta le cellule nervose che innervano i muscoli volontari non è proporzionale alla taglia, ma all'importanza delle funzioni delle parti del corpo che controlla.

Le superfici per il tronco ed il dorso sono piccole, mentre sono grandi quelle deputate alle mani e alle dita che rispecchiano la manualità dell'uomo, come pure le porzioni che controllano la bocca e le labbra che testimoniano l'importanza nel linguaggio.

Possiamo affermare che nella corteccia è trascritta

## L'esperienza personale

che è la chiave della nostra grandezza o del nostro insuccesso.

## Studi elettrofisiologici sugli animali

**Merzenich** con un amico utilizzò la stimolazione elettrica in laboratorio per dimostrare l'attività neuronale degli insetti. Da studente scelse la laurea in ricerca fisiologia seguito da un neuroscienziato famoso negli anni cinquanta che aveva dimostrato dettagliatamente la struttura cerebrale attraverso la mappatura, utilizzando la tecnica degli elettrodi.

Mentre **Panfield** per la sua sperimentazione aveva utilizzato grossi elettrodi che permettevano di osservare l'attività di migliaia di neuroni, con i microelettrodi (piccoli aghi inseriti in corrispondenza di un singolo neurone) si poteva rilevare quando il segnale elettrico di un neurone veniva inviato ad altri neuroni; ciò ha permesso ai neuroscienziati di codificare la comunicazione che avveniva tra i neuroni del cervello.

Con questa tecnica **Merzenich** rimosse un frammento del cranio di una scimmia per mappare l'area sensitiva cerebrale che elabora le sensazioni tattili su una superficie di qualche millimetro, inserito un micro ago poi toccò la mano fino ad individuare il dito che induceva il neurone a trasmettere il segnale elettrico al microelettrodo. L'individuazione del neurone rappresentava il primo punto della mappa e, spostando il microelettrodo sul neurone vicino, riuscì a localizzare il punto corrispondente della mano. In questo modo, dopo diversi giorni, completò la mappatura della mano.

Il lavoro sulle scimmie cambiò la vita di **Merzenich** perché attraverso i suoi studi sperimentali si accorse che le mappe erano dinamiche, che la mappatura di un giorno non corrispondeva alla mappatura del giorno successivo. Spinto dal desiderio di conoscere che anima gli studiosi con altri ricercatori, pensò di indagare sull'interazione tra sistema nervoso centrale e periferico.

Quando un grande nervo periferico formato da un numero elevato di assoni viene reciso, può accadere che durante il periodo di rigenerazione gli assoni si rimescolino *incrociandosi* e il soggetto potrebbe avvertire false localizzazioni delle parti che formano la mano come, ad esempio, toccando l'indice il segnale potrebbe arrivare alla mappa cerebrale del pollice seguendo il modello *localizzazionista* fortemente sostenuto dagli scienziati di allora che ad ogni punto della superficie corporea corrispondeva un nervo che inviava un segnale direttamente ad un punto specifico della mappa, circuito definitivo e cablato sin dalla nascita. Sulla base di questo modello **Merzenich** con i suoi collaboratori micromappò la mano delle scimmie. Tagliò il nervo periferico della mano, dopo sette mesi dall'esperimento ripeté la mappatura.

Si aspettava che i nervi delle dita della mano fossero incrociati ma, con grande sorpresa, mentre toccava il pollice, si attivava l'area cerebrale corrispondente, così pure per l'area dell'indice e delle altre dita e poté scoprire che la mappa della mano si era ordinata topograficamente formandosi in

regioni leggermente diverse da prima. Quest'osservazione gli fece sorgere seri dubbi sulla teoria localizzazionista che sosteneva che le funzioni mentali venivano svolte sempre nel medesimo punto poiché vide che, se sottoposto a stimoli, il cervello era capace di modificare la sua struttura ed iniziò a pensare che fosse plastico e a parlare di *Plasticità*.

La comunità scientifica aveva accettato la scoperta di **Hubel** e **Wiesel** della plasticità nell'infanzia: per questo vinsero il premio Nobel ma rifiutarono la scoperta di **Merzenich** per il quale la plasticità avveniva anche nel periodo adulto.

Deluso per l'ostilità dimostrata dai neuroscienziati, si rifugiò nello studio di **Sherrington** e **Lasly** per avere spunti e per continuare la sua ricerca.

Un esperimento semplice ed elementare gli permise di dimostrare la *Plasticità del cervello* e di superare lo scetticismo degli scienziati.

Mappò la mano di una scimmia, poi amputò il dito medio. Dopo alcuni mesi mappò nuovamente la mano e vide che la mappa del dito medio era scomparsa sostituita dalle mappe delle dita vicine. Poté quindi dimostrare che le mappe sono dinamiche e in competizione, cambiano posizione e confini e che la mappatura del corpo è in costante cambiamento durante la giornata.

Per comprendere meglio il fenomeno, pensò di seguire l'intero processo *plastico* dall'inizio dell'esperimento ai mesi successivi con mappature multiple. Recise il nervo mediano che innerva la parte centrale della mano: vide che quando toccava la parte centrale della mano, la mappa corrispondente al nervo mediano rimaneva inattiva ma si attivava immediatamente quando ad essere toccati erano il nervo radiale e ulnare che collegano le sensazioni di ciascun lato della mano.

Le mappe dei nervi ulnari e radiali si trovavano nella mappa del nervo mediano come se fossero stati nascosti *smascherati* dopo l'interruzione del circuito neuronale.

Dopo ventidue giorni, attraverso la mappatura eseguita, osservò che le mappe dei nervi radiali e ulnari inizialmente poco definite avevano occupato quasi l'intera area del nervo mediano, invadendola completamente dopo 144 giorni.

Con quest'esperimento arrivò alla seguente conclusione:

- le mappe modificavano i loro confini
- miglioravano la propria definizione
- si spostavano nel cervello.

Ma se si formavano delle nuove mappe si dovevano formare delle nuove connessioni interneuronali.

A comprendere questo processo lo aiutarono le idee di **Hebb**, psicologo comportamentista canadese. Nel 1949, propose che l'apprendimento produceva dei nuovi legami tra i neuroni: quando due neuroni si attivano insieme oppure l'attività di uno induce l'altro ad attivarsi, fra i due avvengono dei cambiamenti chimici che fortificheranno il loro legame.

Secondo **Hebb**, noi apprendiamo nuove informazioni quando si formano nuove connessioni tra i neuroni.



## Apprendimento hebbiano

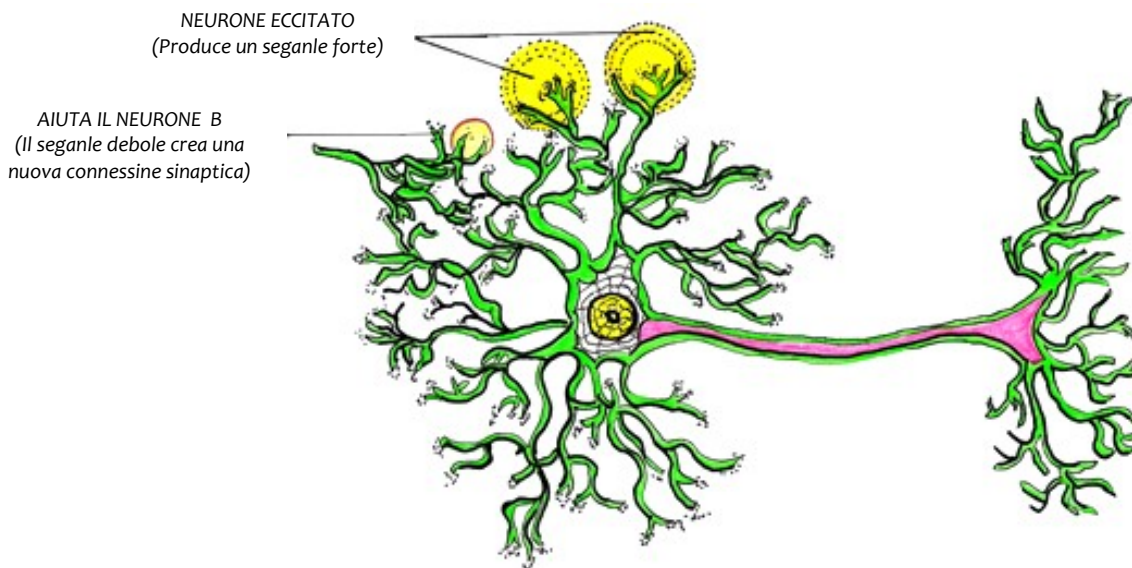


Figura. Secondo il modello di Hebb, il forte aiuta il debole. Quando il neurone A si accende (segnale forte) e diventa eccitato, per il neurone B (segnale debole) sarà più facile eccitarsi a sua volta e la forza della sua connessione sinaptica aumenterà. Una volta che il neurone A ha aiutato il neurone B, quando essi si accenderanno di nuovo, si attiveranno più rapidamente uno dopo l'altro e si conetteranno tra loro più strettamente.

(Figura rielaborata da *Evolvi il Tuo Cervello* di Joe Dispenza pag. 159  
Per gentile concessione del gruppo editoriale Macro )

Sulla scia di **Hebb** la nuova teoria di **Merzenich** sosteneva che le mappe cerebrali sviluppavano potenti connessioni neuronali quando venivano stimulate simultaneamente.

Se le mappe si modificavano, poteva sperare chi

- aveva problemi congeniti
- aveva problemi di apprendimento
- aveva subito lesioni cerebrali
- era stato colpito da ictus.

Poteva sperare perché, attraverso stimoli, nuove connessioni neuronali inducono i neuroni sani ad attivarsi simultaneamente quindi a legarsi tra loro formando una nuova mappa.

Poteva sperare perché l'esperienza modifica le strutture del cervello anche nell'età adulta.

## L'apprendimento secondo Moshe Feldenkrais

*Secondo me, l'apprendimento che permette una crescita ulteriore delle strutture e del loro funzionamento è quello che conduce a nuovi e diversi modi di fare le cose che sappiamo già fare. Questo tipo di apprendimento aumenta la nostra capacità di scegliere più liberamente.*

*L'aver un solo modo di agire vuol dire che possiamo scegliere soltanto tra agire o non agire.*

*Ciò può non essere così semplice come sembra.*

*Tutti noi giriamo la testa a destra se intendiamo guardare a destra e anche le spalle parteciperanno al movimento verso destra. Considerato dal punto di vista dell'apprendimento organico, il movimento della testa, degli occhi e delle spalle nella stessa direzione è il modo di agire più primitivo e semplice imparato nella prima infanzia. Il sistema nervoso è capace di altri modelli di movimento, diciamo gli occhi a destra mentre testa e spalle si girano a sinistra.*

*Ci sono in effetti sei possibilità. Provatene una qualunque che non vi sia familiare. Andate molto molto lentamente in modo che possiate rendervi conto dove dirigete testa, occhi e spalle mentre vi “differenziate” dal solo modello che conoscete.*

*A che scopo?*

*Provate cosa vi accade quando riuscite ad eseguire più volte un nuovo modello e a renderlo più o meno familiare di quello conosciuto. Vi sentirete più alti, più leggeri, respirerete meglio e avrete un senso di euforia che forse non avete mai provato. Tutta la vostra corteccia motoria lavorerà con tale qualità di autodeterminazione quale mai avreste creduto possibile.*

*Immaginate ora che imparate a differenziare e ristrutturare gran parte di voi stessi, vale a dire gran parte della vostra attività. La vostra corteccia motoria perderà tutti i modelli coercitivi privi di alternative e vi troverete ad agire effettivamente in molti modi nuovi. Per facilitarvi il compito, cominciate da seduti o sdraiati.*

*Quando, come nella posizione sdraiata, le piante dei piedi non devono sopportare alcuna pressione, la corteccia motoria è liberata in tutto il corpo dal modello costituito dalla posizione eretta. Forse per la prima volta nella vostra vita nelle connessioni della corteccia si potranno formare nuovi modelli alternativi e influenzare le vostre prestazioni.*

*Tale apprendimento, che conseguirete se provate a seguirmi, è quello prodotto dalle lezioni di consapevolezza attraverso il movimento, dove l'accento non è posto sul movimento specifico, ma su come dirigete voi stessi nel compierlo.*

Moshe Feldenkrais

*Le basi del metodo per la consapevolezza dei processi psicomotori, pag. 42 -43. Astrolabio. Roma 1991*



### **Sei modelli di movimento per girare la testa e le spalle.**

- Solitamente per guardare a destra giriamo la testa in quella direzione accompagnati dalle spalle ( facendo partecipare anche le spalle ) e scegliamo il modo più facile e abituale, appreso nella prima infanzia.  
Ma il nostro cervello ha potenzialità molteplici perché possiamo fare il movimento in modi diversi cioè:
- Possiamo girare la testa e occhi a destra, mentre la spalla va verso sinistra.
- Oppure possiamo girare testa e spalle a sinistra mentre gli occhi guardano a destra

Se provate ad eseguire i movimenti, andate lentamente nel girare la testa, gli occhi e le spalle, per ascoltare la loro partecipazione, mentre vi differenziate dal solo modello che conoscete e che vi era familiare.



Ora incamminatevi con curiosità verso l'esplorazione di voi stessi, per cercare da soli le altre tre possibilità di movimento, senza timore, perché spesso anche l'errore può condurci alla conoscenza.

Se riuscite a scoprire tutte le combinazioni..... complimenti!!

Avete arricchite le vostre conoscenze apprendendo modi nuovi e diversi di fare le cose.

Se proprio non ci riuscite, telefonateci!

Oppure venite nel Centro, gli insegnanti Feldenkrais vi insegneranno ad organizzare e differenziare le vostre strutture nervose.



*Disegni rielaborati da Loretta Rocchi  
Impostazione grafica Simone Broccoli  
Foto di Massimo Galli*

## Bibliografia

Boulou P. *La dynamique du cerveau*, Éditions Poyout. Parigi 1991  
Broccoli T. *Ritorno alla vita col Metodo Feldenkrais*, Ed. Ponte Vecchio. Cesena 1999  
Dispenza J. *Evolvi il tuo cervello*, Macro Edizioni. Cesena 2008  
Doige N. *Il cervello infinito*, Ponte alle Grazie A. Salani Ed. S.p.A. Milano 2007  
Feldenkrais M. *Le basi del metodo per la consapevolezza dei processi psicomotori*, Astrolabio. Roma 1991  
Luria A. L. *Come lavora il cervello*, Società Ed. Mulino. Bologna 1997  
Marini A. *Manuale di neurolinguistica*, Carrocci Editore. Roma 2008  
R. Bonnes / P. De Re *Progetto Natura 1* Editore Bulgarini. Firenze 1989