



CENTROKROMATA
FORMAZIONE E SERVIZI PSICOPEDAGOGICI

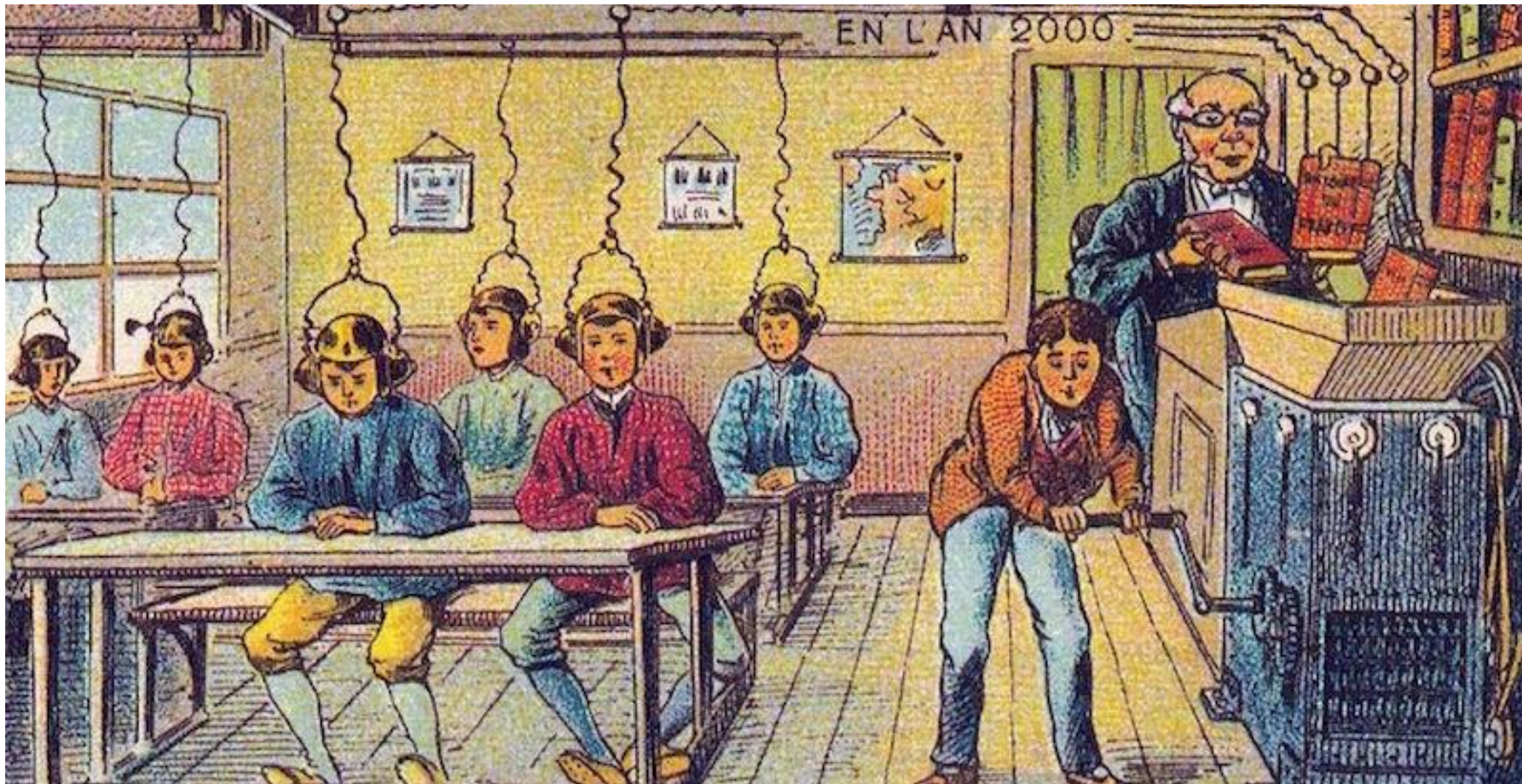
NEUROSCIENZE E PEDAGOGIA

Alberto Oliverio

Università di Roma, Sapienza

27 settembre 2025

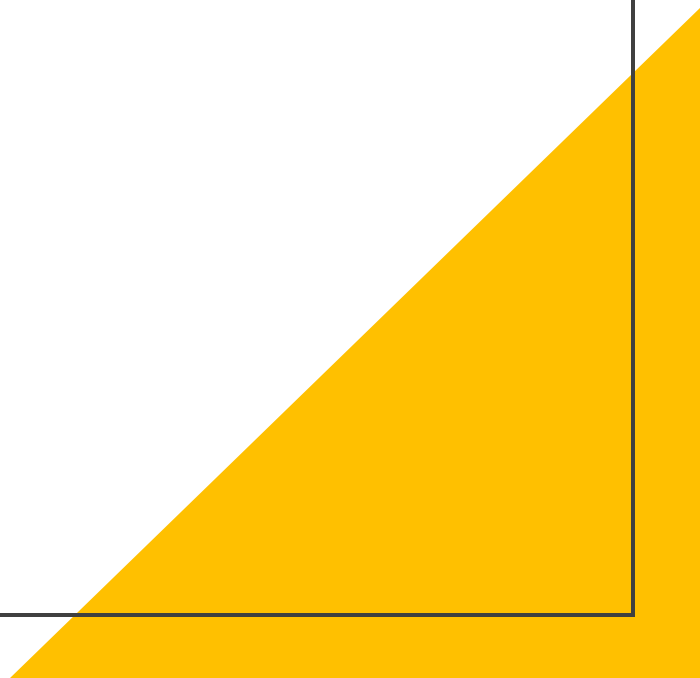
Nell'anno 2000... villemard, illustratore francese 1899



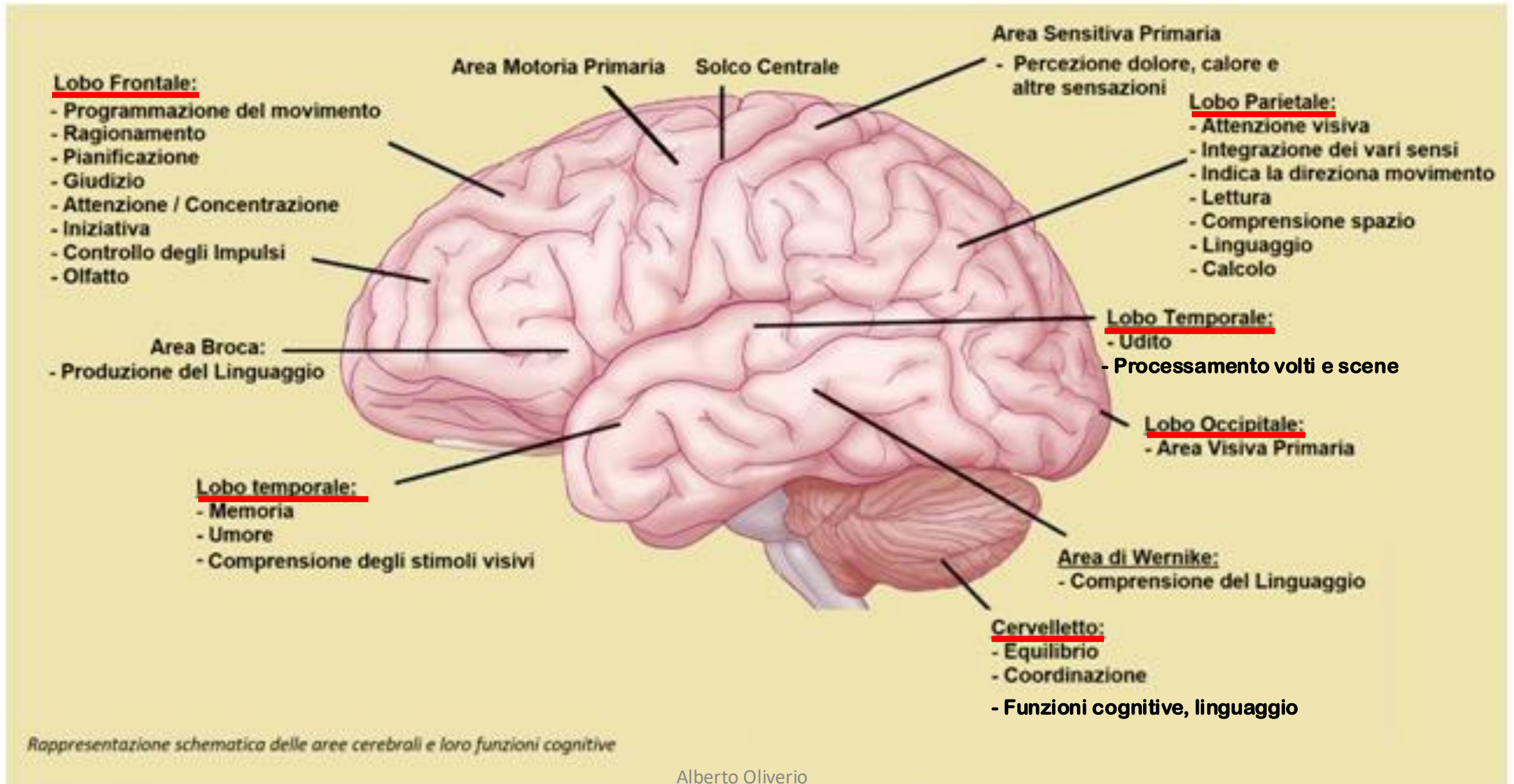
ARGOMENTI DELLA LEZIONE:

- IL CERVELLO E IL SUO STUDIO
- DAL CONCEPIMENTO ALLA NASCITA
- MODALITÀ DI APPRENDIMENTO
- NEURONI SPECCHIO
- FUNZIONI ESECUTIVE
- PRESTARE ATTENZIONE
- CERVELLO E MOTRICITA'
- L'IMPORTANZA DELL'AZIONE
- LE DITA E IL CALCOLO
- MOTRICITA' E APPRENDIMENTO
- DAL LINGUAGGIO ALLA SCRITTURA
- PLASTICITA'

IL CERVELLO E IL SUO STUDIO



La corteccia cerebrale e le sue funzioni.



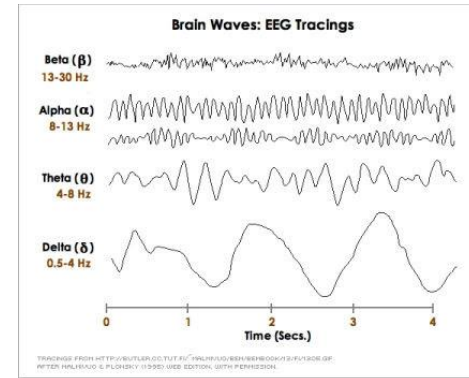
Storia delle tecniche per studiare il cervello



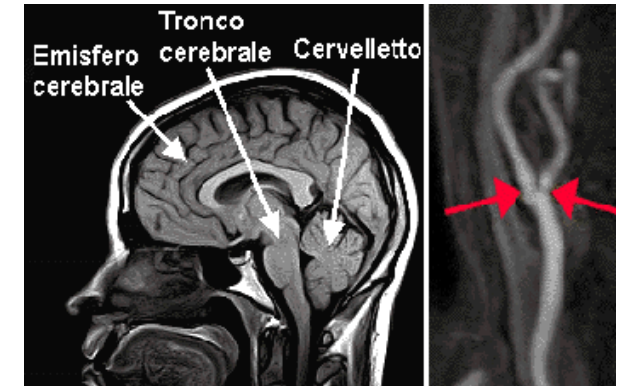
ISTOLOGIA
Golgi e Cajal 1900



RADIOGRAFIA MEDICA
John Hall-Edwards anni 1910-20
TAC Hounsfield e Cormack ~ 1970



ELETTROENCEFALOGRAFIA
Hans Berger Anni 1930



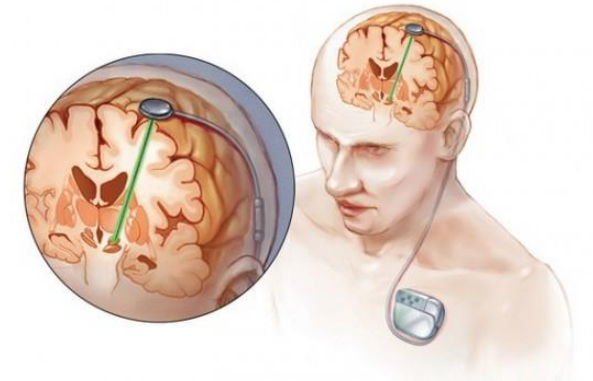
IMAGING A RISONANZA MAGNETICA
Mansfield e Lauterbur, ANNI 1970

TECNOLOGIE DELLE NEUROSCIENZE PER LA REGISTRAZIONE DELL'ATTIVITÀ CEREBRALE

Tecnologie per la registrazione dell'attività cerebrale

1. Tecnologie di registrazione **non invasive**

Le tecnologie non invasive più diffuse per la registrazione dell'attività neurale sono l'elettroencefalografia (EEG), la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e la magnetoencefalografia (MEG).

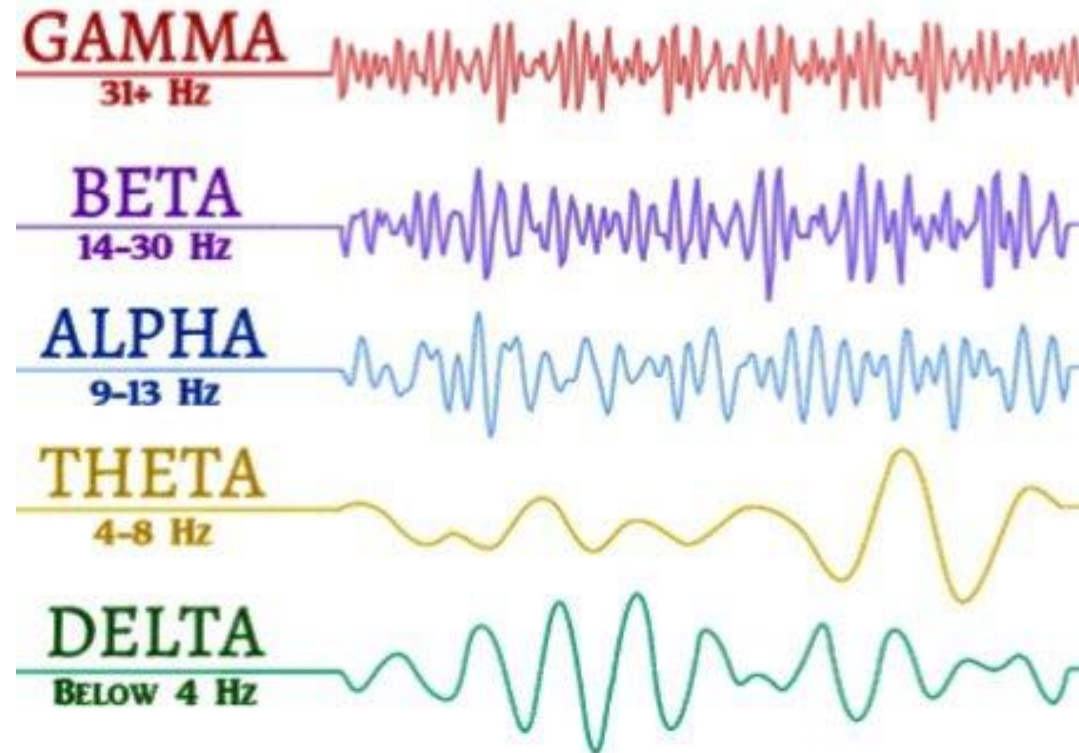


2. Tecnologie di registrazione **invasive**

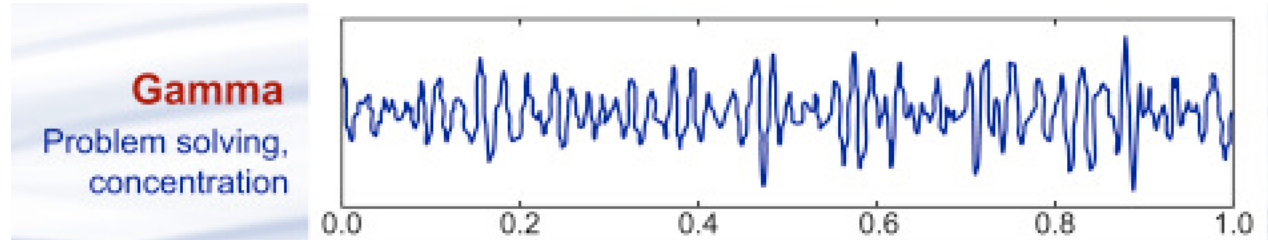
Le tecnologie invasive utilizzano elettrodi direttamente inseriti nel cervello o posizionati sulla sua superficie.

Onde cerebrali

La musica influisce sul cervello rilasciando endorfine e influenzando l'attività elettrica del cervello (EEG). La velocità, la regolarità e i pattern possono determinare il tipo di apprendimento che si sta svolgendo. Queste onde sono la velocità con cui i neuroni si attivano.

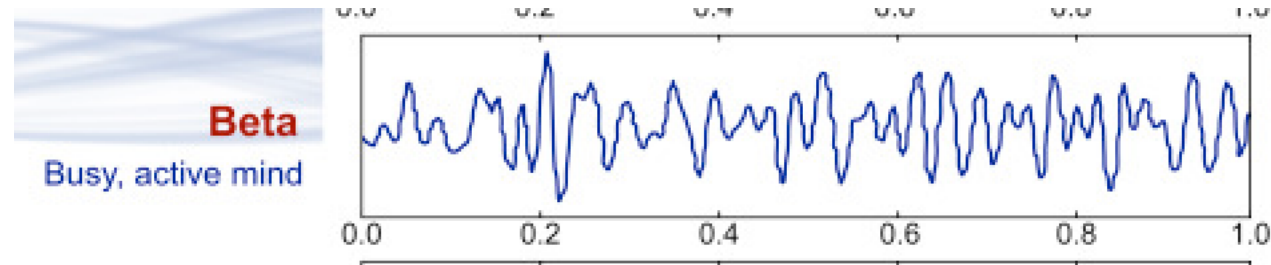


Onde Gamma



Le oscillazioni gamma controllano specificamente la connettività tra le diverse regioni del cervello, che è fondamentale per la **percezione, il movimento, la memoria e le emozioni**.

Onde beta



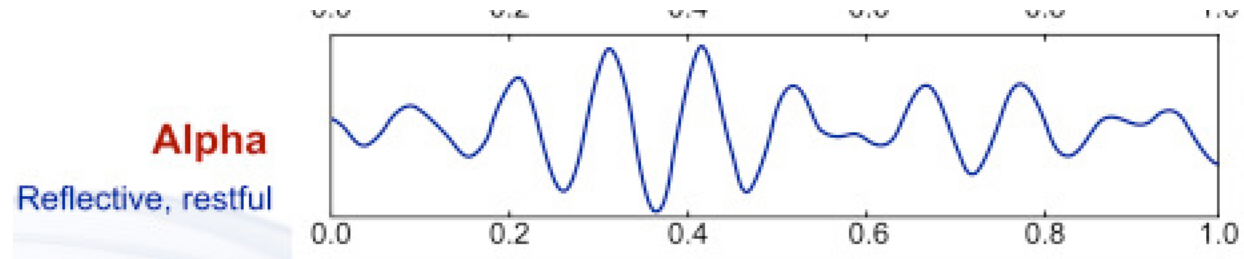
Onde di 12 – 40 cicli al secondo

Necessarie per un nuovo apprendimento e una nuova memoria

Utilizzate per parlare e risolvere problemi

Massima attenzione

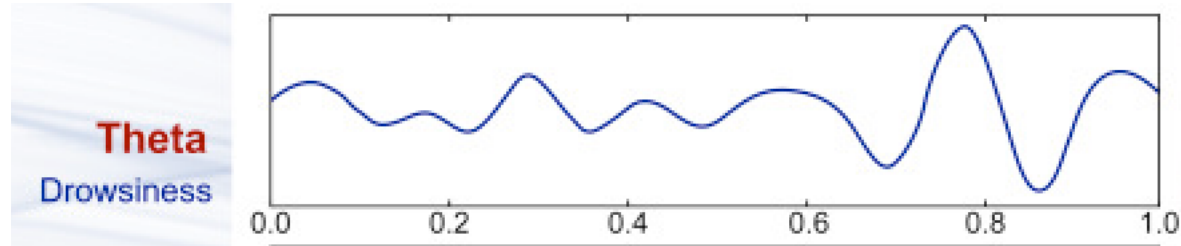
Onde alfa



Vigilanza rilassata: 8-12 cicli al secondo
Facilita l'apprendimento e aumenta la memoria
(Musica barocca con 40 – 60 battiti al minuto-
Adagio, questa musica tende a rallentare la
respirazione, la frequenza cardiaca e riduce lo
stress.

Anche le ninnananna induce onde alfa

Onde Theta

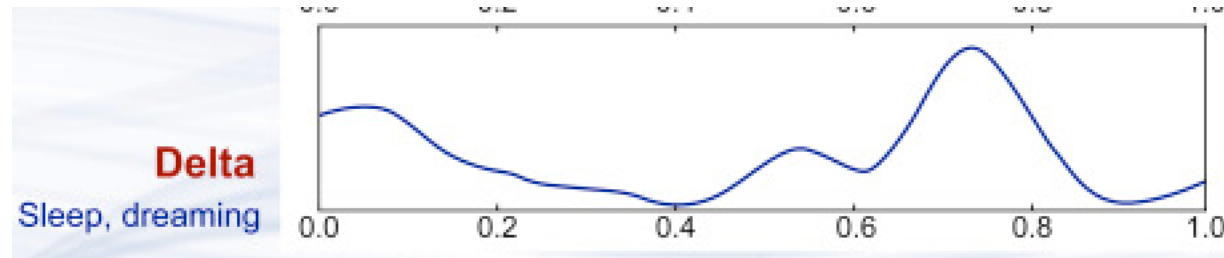


Si verifica di solito due volte durante ogni notte: 4-7 cicli al secondo

Soggetto molto rilassato, non a livello cosciente, se non attraverso la meditazione o la terapia di rilassamento

Molto ricettivo alla formazione di memorie in questo stato

Onde Delta



Sonno: 1-3 cicli al secondo

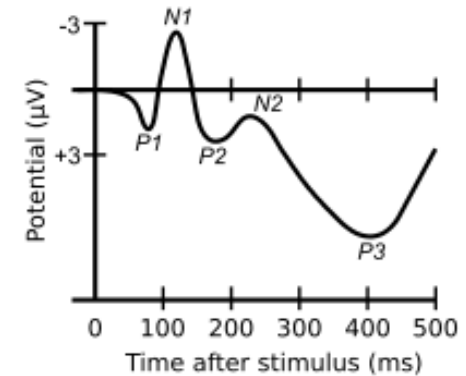
Non c'è apprendimento cosciente

Il cervello smaltisce le informazioni inutili

Vengono ricapitolati nuovi ricordi

Potenziali Evento-Correlati ERP (Event-Related Potentials)

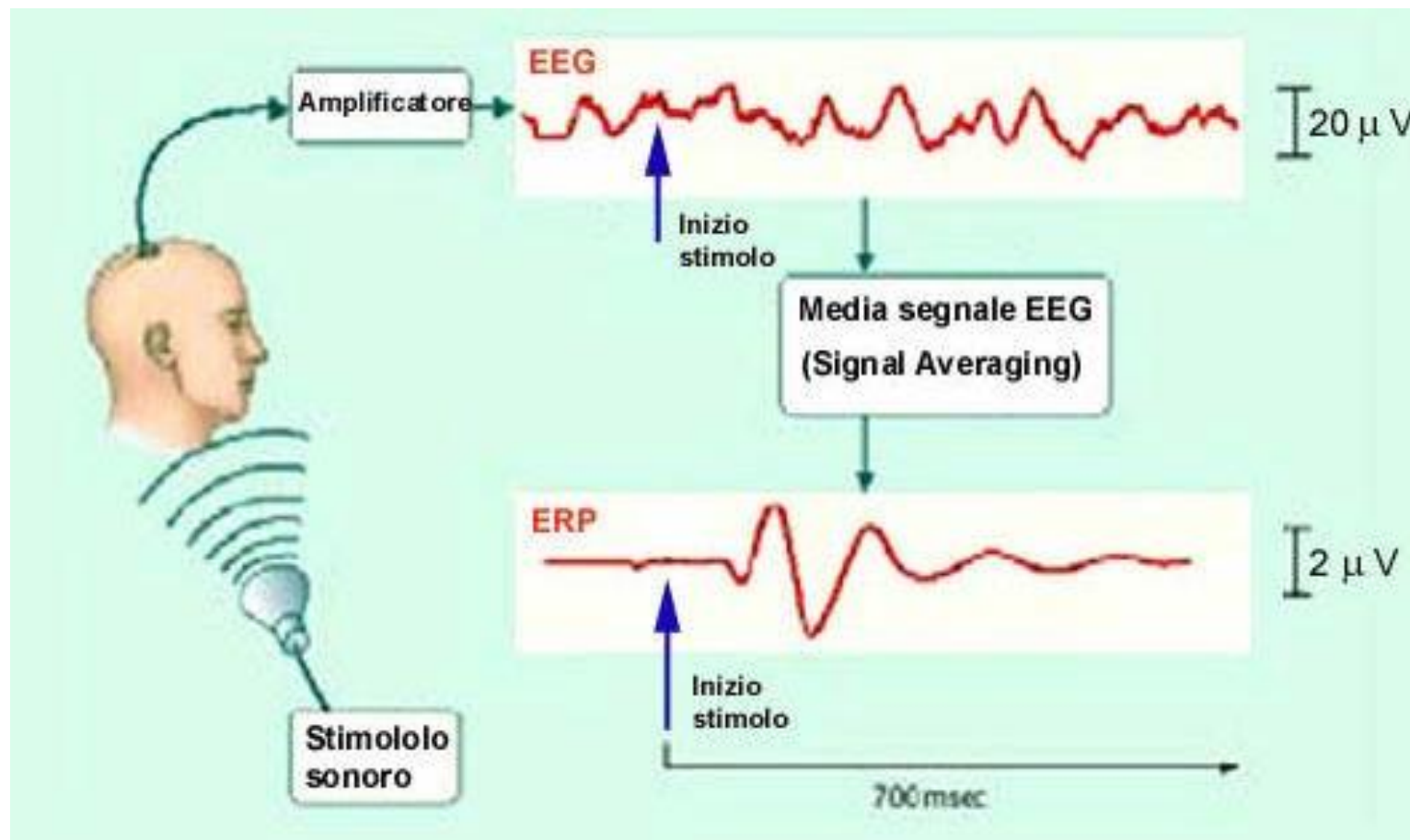
- Gli ERP rappresentano modificazioni del segnale EEG (variazioni del potenziale elettrico) che fanno seguito ad uno stimolo (ad es, visivo, somestesico o uditivo).
- Gli ERP riflettono:
 - processi sensoriali EVOCATI dallo stimolo fisico;
 - **attività neuronale legata alla preparazione motoria;**
 - Processi cognitivi che dipendono dal compito in cui il soggetto è impegnato (ad es, **prestare attenzione** ad una posizione spaziale).



Potenziale evento-correlato

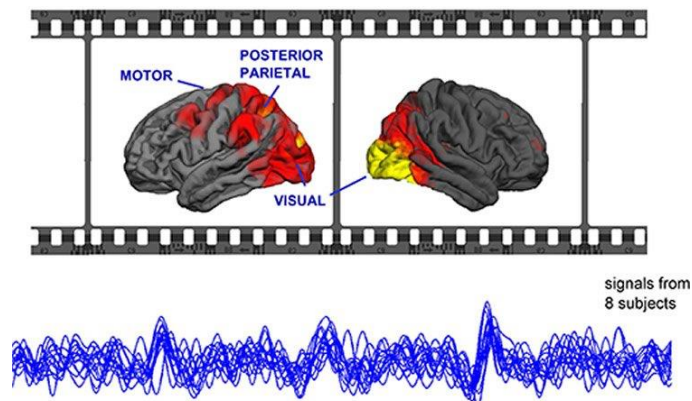


Potenziali Evento-Correlati ERP (Event-Related Potentials)



MEG (Magneto-encefalografia)

- La Magneto-encefalografia (MEG) e' la misura del debole **campo magnetico** generato dall'attivita' elettrica dei neuroni cerebrali.
- Misurando il campo magnetico evocato dalla presentazione di stimoli sensoriali, la MEG permette di costruire una mappa dell'organizzazione funzionale del cervello che ha una risoluzione spaziale al disotto del centimetro, ed una temporale dell' ordine del millisecondo.
- La MEG puo' essere usata come strumento per lo studio del cervello sia normale che patologico.



Tecnologie di stimolazione cerebrale

1. Tecnologie di stimolazione **non invasiva**

Le più diffuse tecnologie di stimolazione cerebrale non invasiva sono la stimolazione elettrica transcranica (tES), la stimolazione magnetica transcranica (TMS) e gli ultrasuoni focalizzati (FUS).

2. Tecnologie di stimolazione **invasiva**

La stimolazione cerebrale profonda (DBS) è una tecnologia invasiva di stimolazione cerebrale ampiamente utilizzata per il trattamento del movimento (ad esempio, nel morbo di Parkinson: subtalamo, globo pallido) e disturbi della memoria.

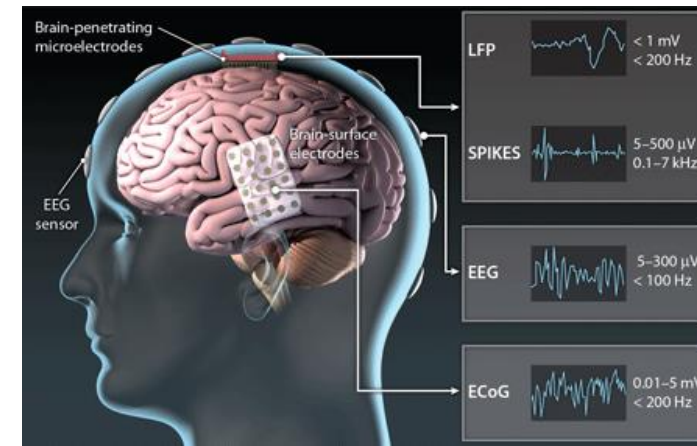
POTENZIAMENTO UMANO

Il potenziamento umano si riferisce a un'ampia gamma di tecniche e approcci che potenzino le funzioni somatiche e/o cognitive, attraverso sostanze dopanti, protesi, impianti medici, interfacciamento uomo-computer, ecc., che si traducono in caratteristiche migliori e capacità, a volte al di là della portata umana esistente

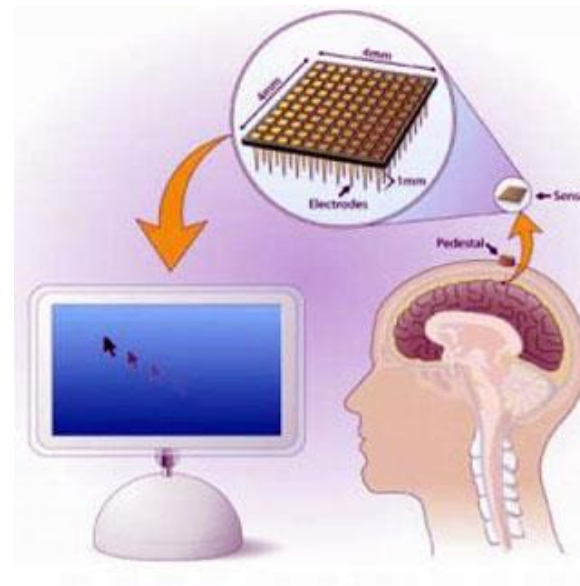
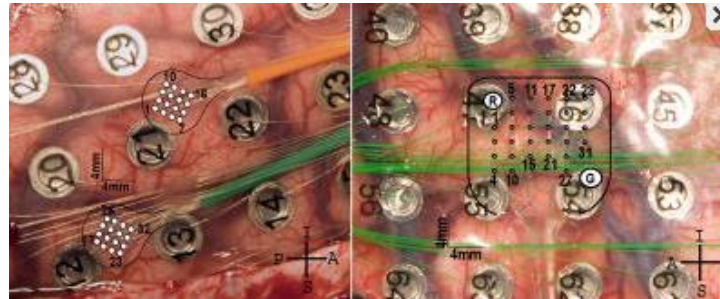


APPLICAZIONI DELLE TECNOLOGIE DELLE NEUROSCIENZE PER IL POTENZIAMENTO UMANO

Molte di queste applicazioni rientrano nelle **interfacce cervello-computer (BCI)**. Le BCI sono tradizionalmente interessate a fornire mezzi per compensare la funzionalità assente o persa nelle persone con gravi disabilità motorie.

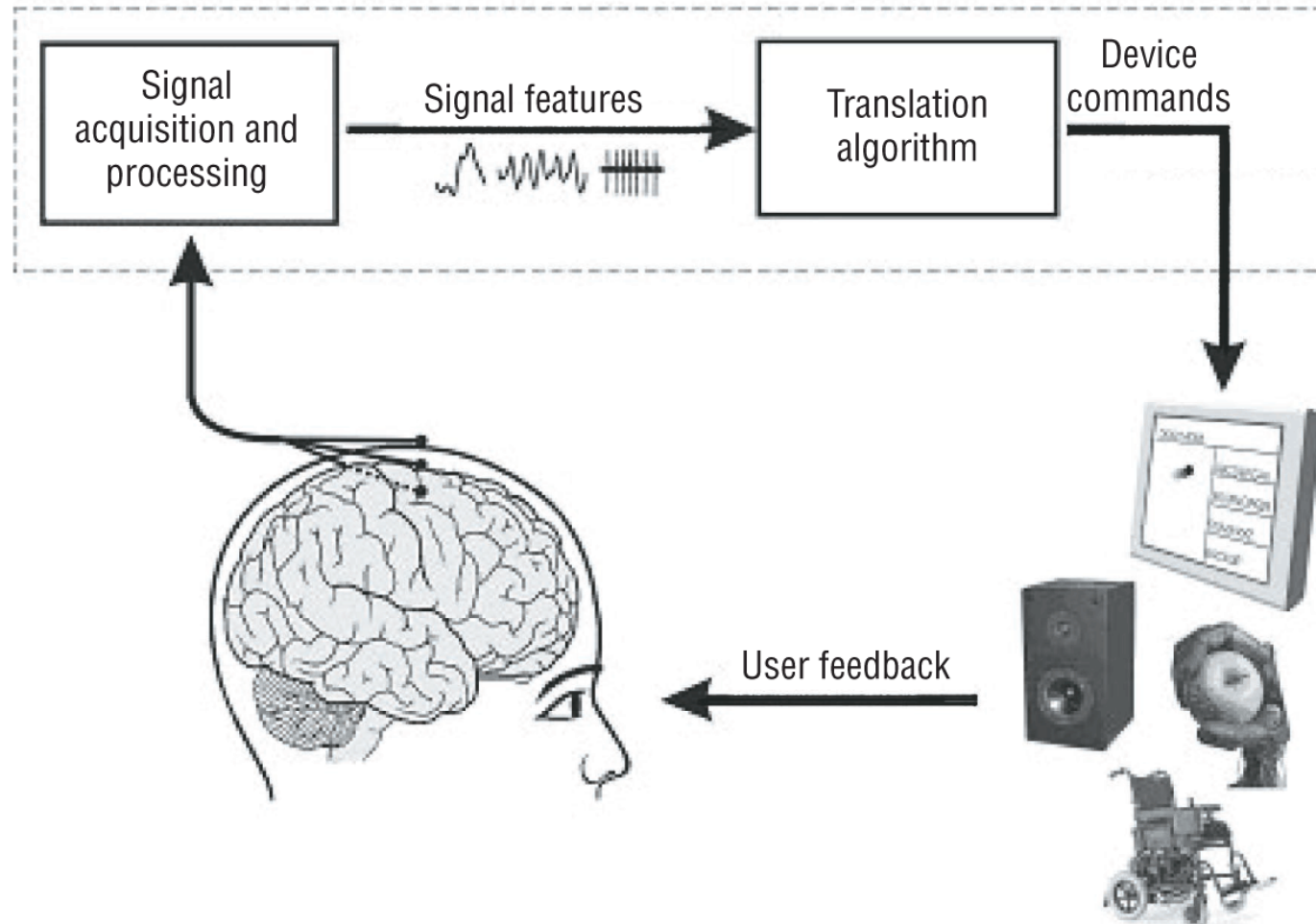


Uso di microelettrodi (microECoGs) disposti sulla superficie cerebrale per controllare focolai epilettici o per interfacce con protesi motorie



Braingate system

Motor imagery EEG based

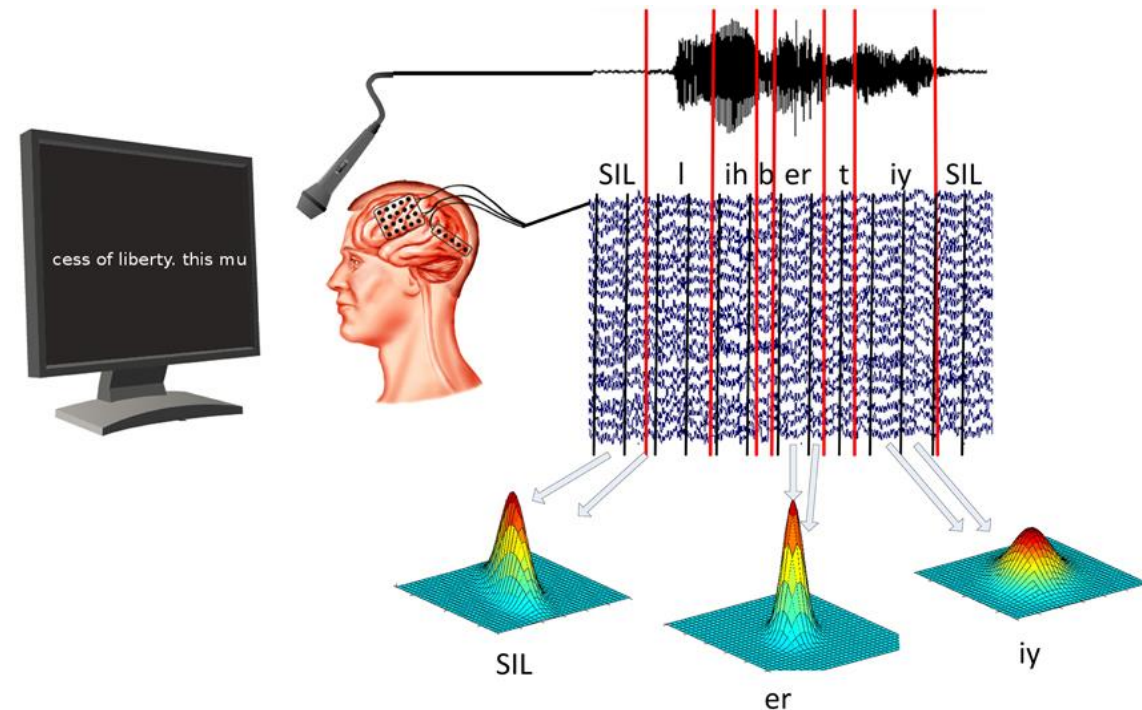


BCI (interfacce cervello-computer) invasivi per la comunicazione

In alcune forme di tecnologie di potenziamento sono state utilizzate tecnologie di registrazione invasive che, grazie ai segnali cerebrali di migliore qualità registrati, hanno prestazioni/ITR migliori rispetto a quelli non invasivi corrispondenti

I BCI basati su elettrodi impiantati sono stati utilizzati anche per fornire **funzionalità vocali**, piuttosto che di testo scritto ai paralizzati. In questo contesto, il BCI viene utilizzato per prevedere le informazioni vocali desiderate direttamente dall'attività dei neuroni. Tali informazioni vengono quindi utilizzate per controllare direttamente un sintetizzatore vocale.

Alberto Oliverio





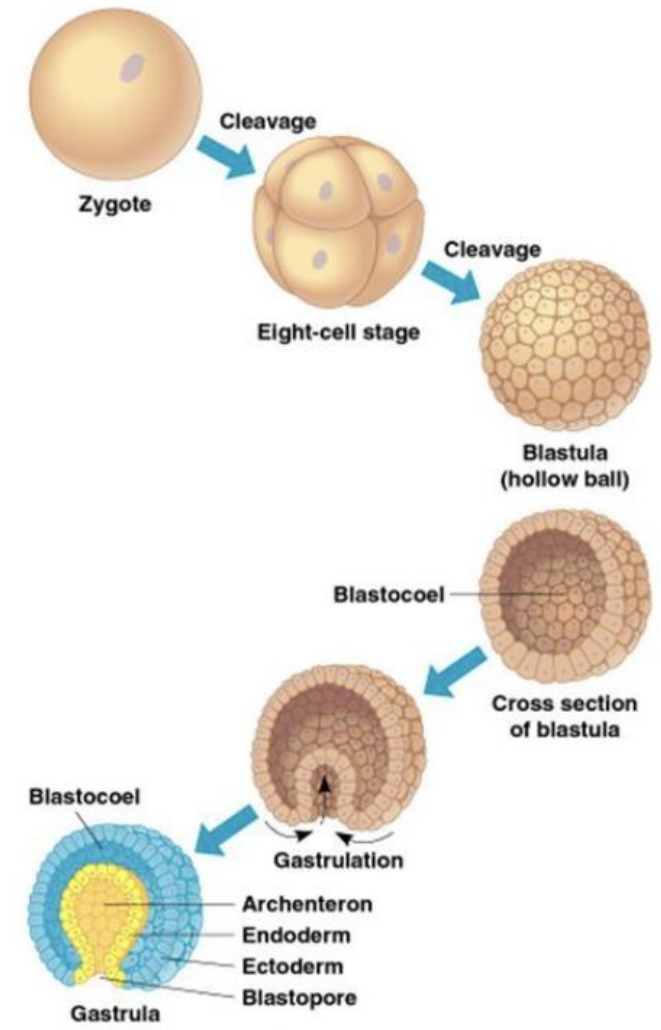
Elon Musk e il progetto Neuralink

DAL CONCEPIMENTO ALLA NASCITA

A vertical line is positioned to the right of the text. In the bottom right corner, there is a large yellow triangle pointing upwards and to the left, partially overlapping the white background.

• L'embrione

- Lo zigote si divide in due, poi in quattro, otto, sedici cellule, sino a formare la morula.
- A 10 giorni dalla fecondazione, nella morula si forma una cavità e si trasforma in blastula, formata da 1000 cellule
- La blastula è formata da tre foglietti: endo, meso e ectoderma
- A 16 giorni il foglietto esterno o ectoderma si ispessisce, si forma la placca neurale da cui si forma un tubo
- A 21 giorni il tubo neurale è l'abbozzo del sistema nervoso

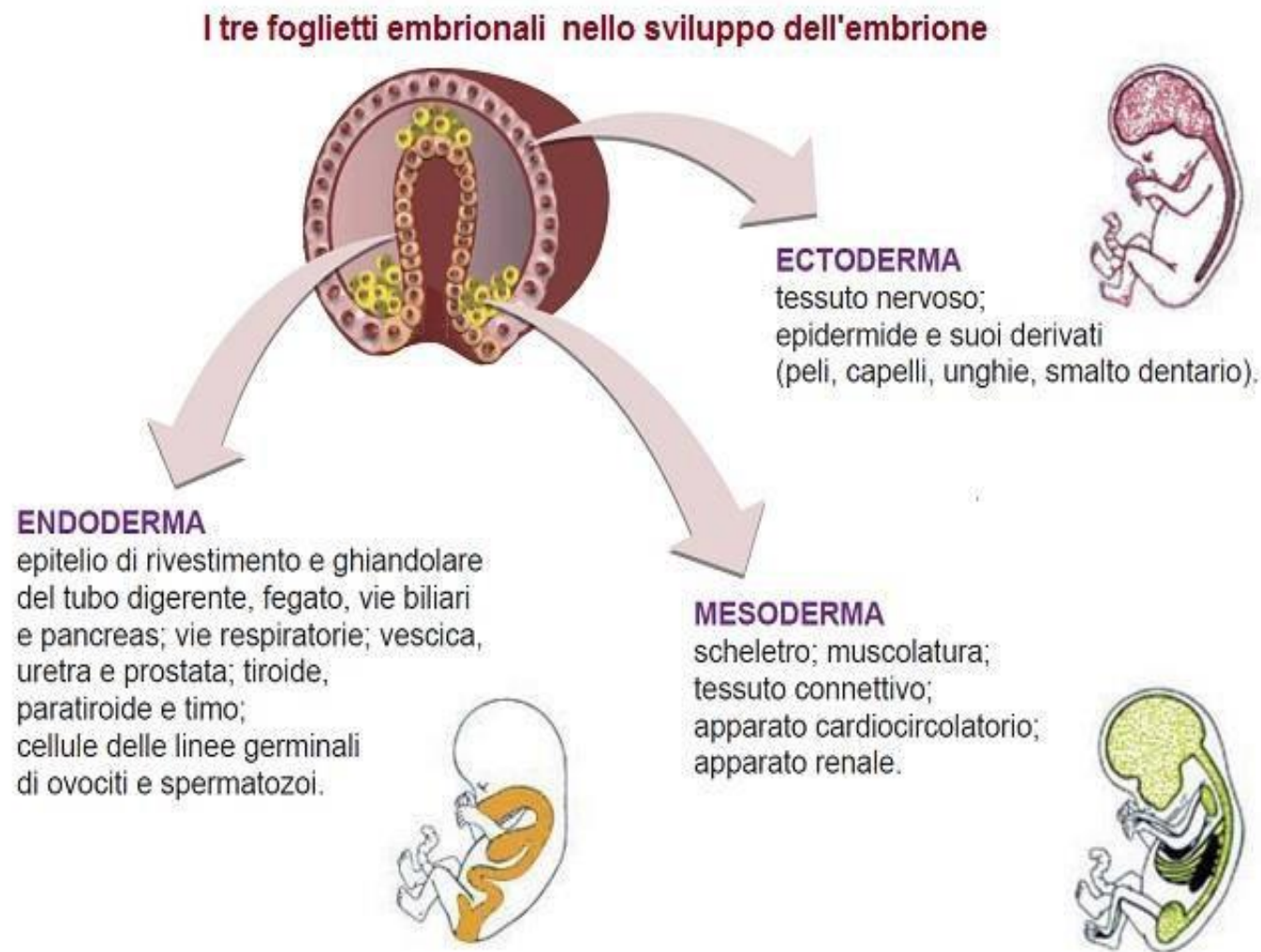


Lo sviluppo embrionale

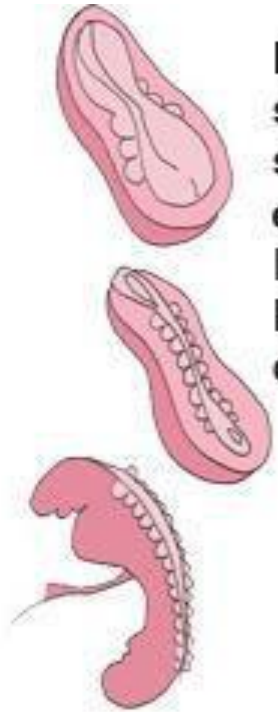
PERIODO EMBRIONALE (2a-8a settimana di gestazione)

Formazione dei tessuti e degli organi:

- a partire dall'**ectoderma** si svilupperà il sistema nervoso centrale
- a partire dall'**endoderma** si svilupperanno il sistema digestivo e respiratorio
- a partire dal **mesoderma** si svilupperanno i muscoli, lo scheletro e il sistema circolatorio



Lo sviluppo embrionale



Il disco embrionale
si ripiega
su se stesso
e forma il tubo neurale.
L'embrione assume
la forma
di un fagiolo.

Dalla terza settimana di gravidanza, nell'embrione si forma il **tubo neurale**, una struttura di forma cilindrica dalla quale si svilupperà il sistema nervoso centrale (di cui fanno parte il cervello ed il midollo spinale).

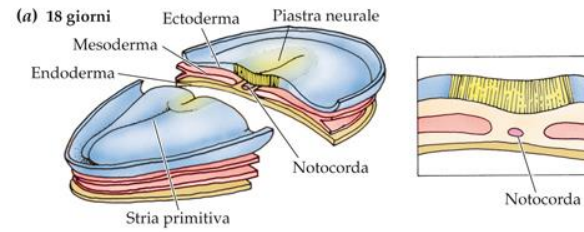
Lo sviluppo del cervello

Lo sviluppo del cervello avviene in 3 fasi:

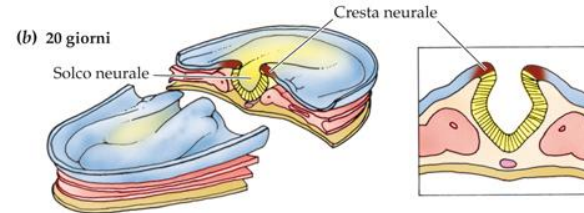
- **PROLIFERAZIONE NEURONALE**: produzione massiccia di neuroni
- **MIGRAZIONE**: processo che permette ai neuroni di raggiungere la loro destinazione finale
- **ORGANIZZAZIONE**: consiste nella costruzione di collegamenti sinaptici tra cellule

Alla nascita la formazione di neuroni è quasi ultimata. Con l'eccezione di alcune aree cerebrali (es. bulbo olfattivo), nelle altre si osserva sfoltimento a partire dai primi mesi di vita.

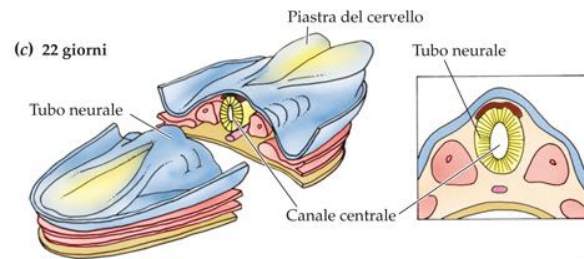
18 giorni



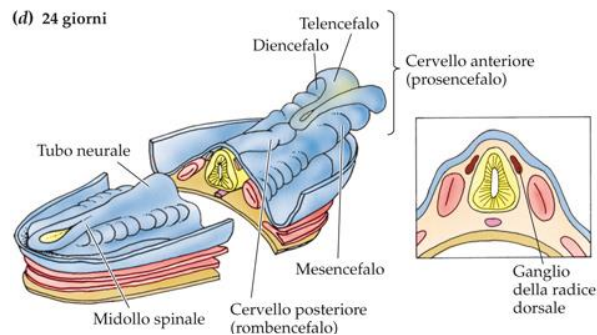
20 giorni



22 giorni



24 giorni



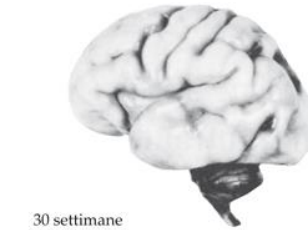
10 settimane



15 settimane



25settimane



30 settimane

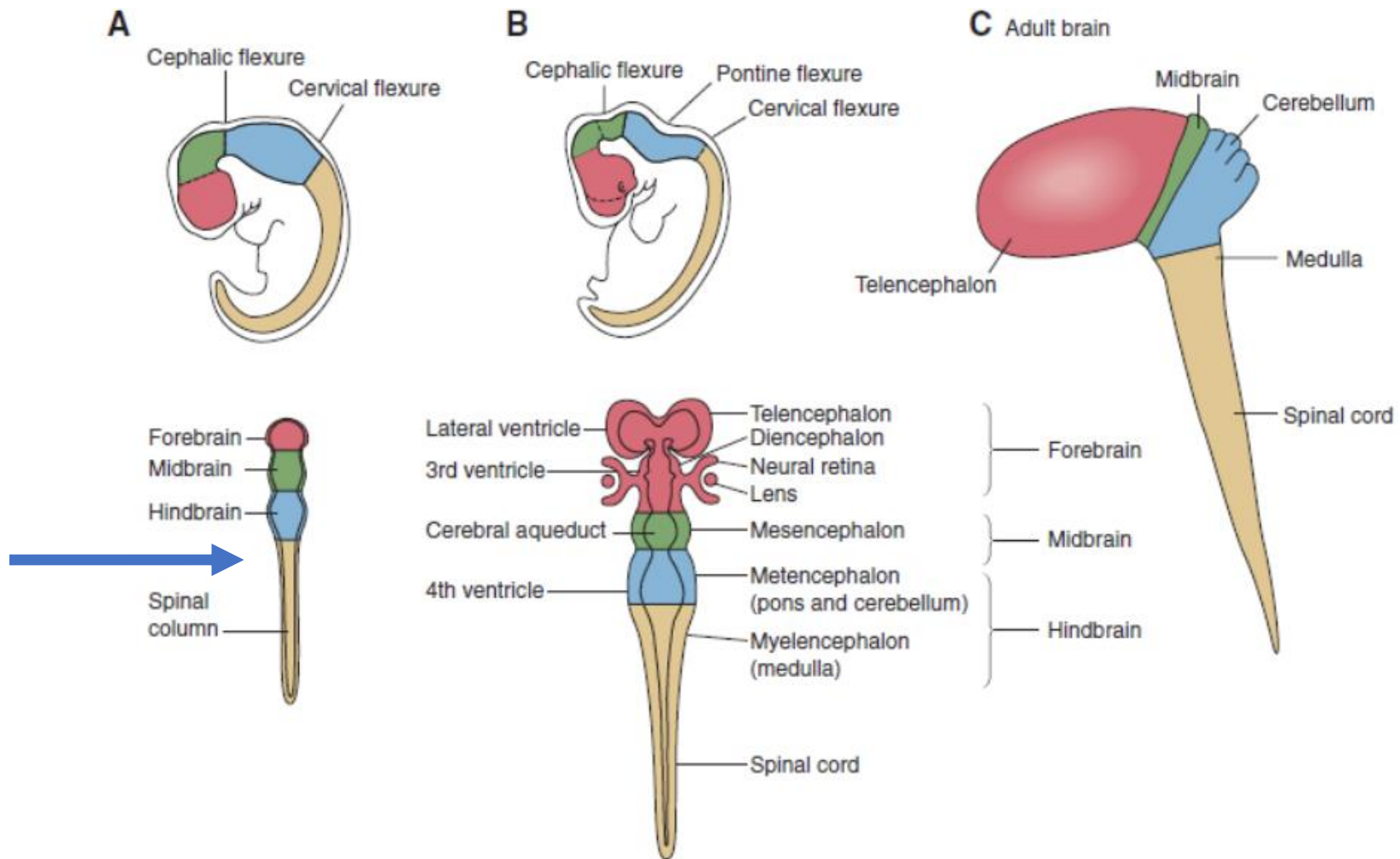


41 settimane

Sviluppo del SN nell'embrione e feto umano

Alberto Oliverio

3° settimana
Tubo neurale



Dalle tre vescicole che formano l'estremità anteriore (cefalica) del tubo neurale, si sviluppano le varie parti del cervello

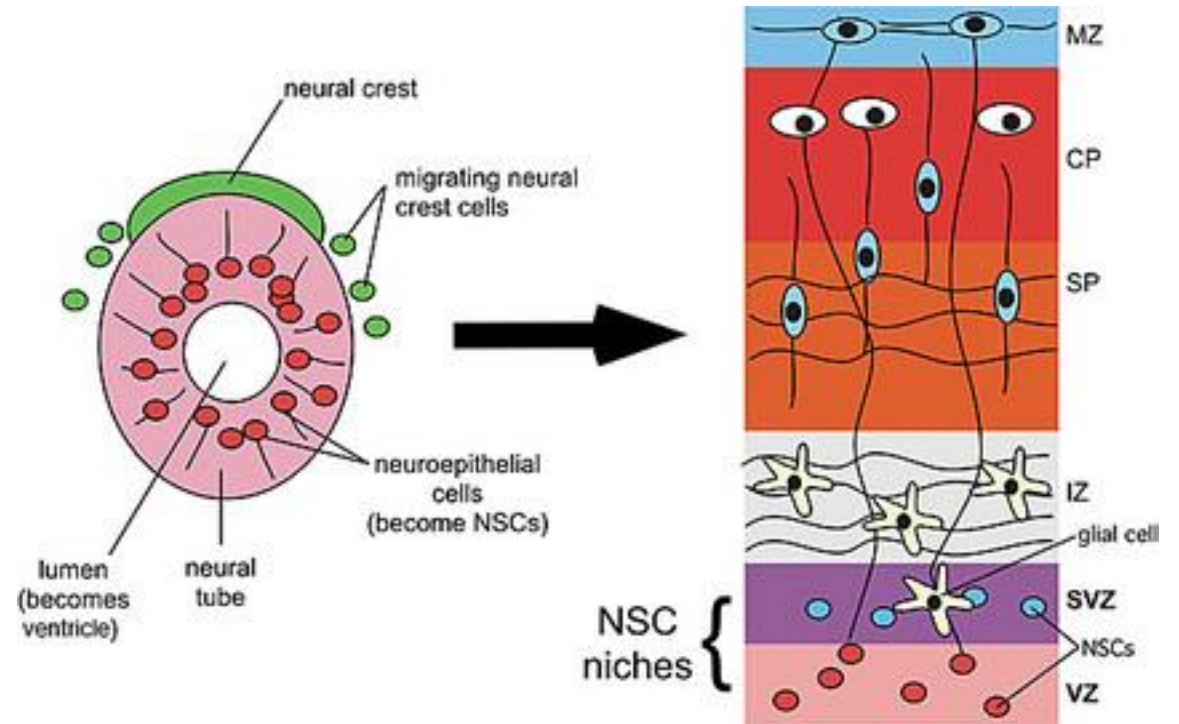
Neuroni e sinapsi 1.

- In un embrione di 21 giorni i neuroni vengono generati a un ritmo di 250.000 al minuto, alla nascita il numero finale supererà i 100 miliardi
- Ogni neurone formerà circa 10.000 contatti o “sinapsi”.
- Un frammento di corteccia più piccolo di un chicco di riso contiene 10000 neuroni.
- La corteccia contiene oltre 60 miliardi di neuroni, all’incirca i due terzi di quelli che formano il cervello: tra i neuroni che la formano esistono circa centomila miliardi di connessioni o sinapsi.
- Le sinapsi cominciano a formarsi al 180° giorno di vita fetale e raggiungono la densità massima dopo la nascita, durante i primi 15 mesi di vita.
- Il cervello di un feto a termine o di un neonato ha tra il 30 e il 60% di neuroni in più rispetto al cervello dell’adulto.

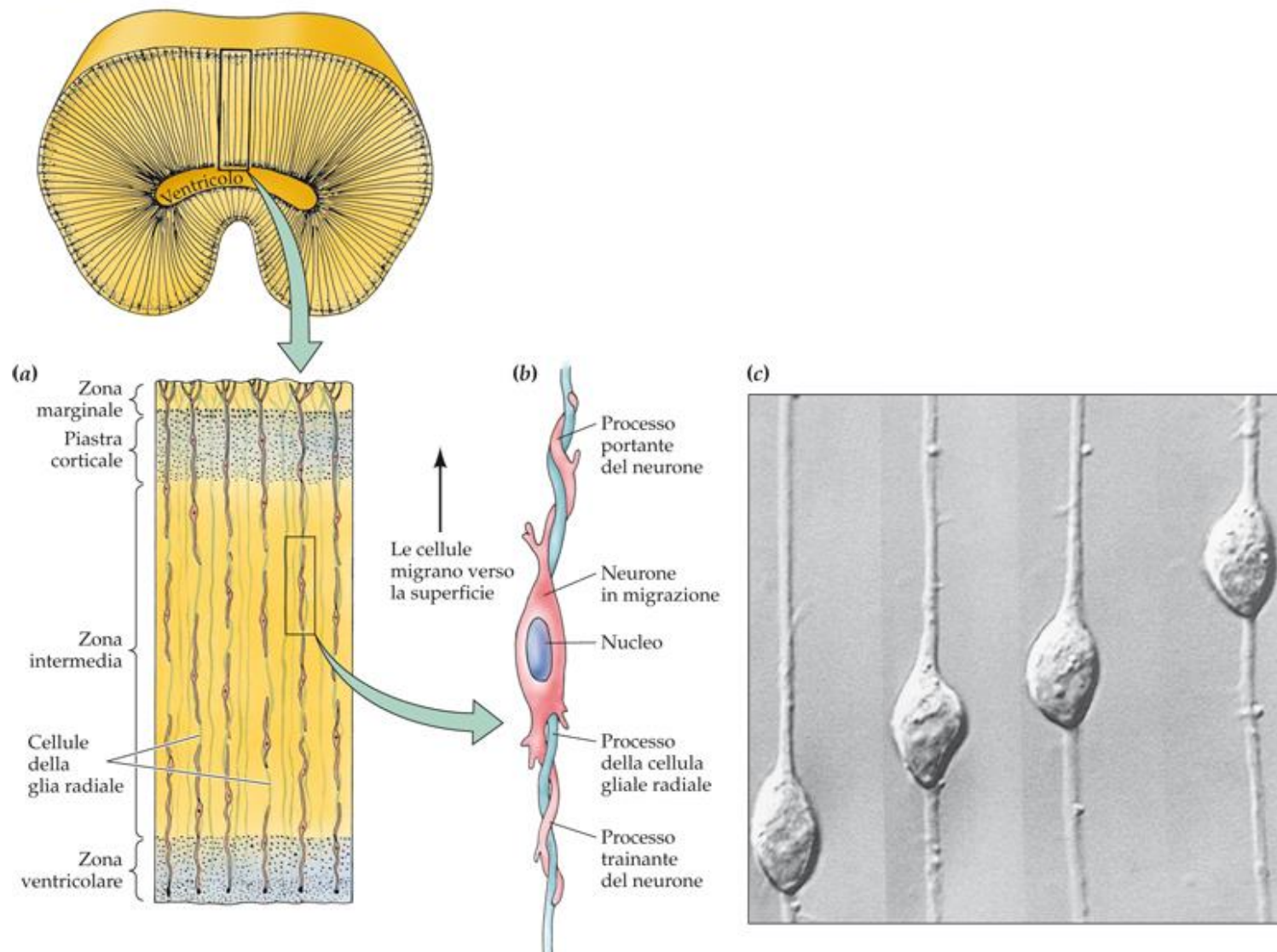
Neuroni e sinapsi 2

I neuroni della corteccia si formano a partire da uno strato di cellule progenitrici –o staminali- situate intorno al sistema dei ventricoli (zona ventricolare) che corrisponde alla parte interna del tubo neurale. Le cellule progenitrici sono indifferenziate e da esse si formano neuroni e glia.

Sino a non molto tempo fa si riteneva che il cervello cessasse di produrre neuroni alla nascita: in realtà è stato appurato che nell'ippocampo vengono prodotti nuovi neuroni anche in età adulta.



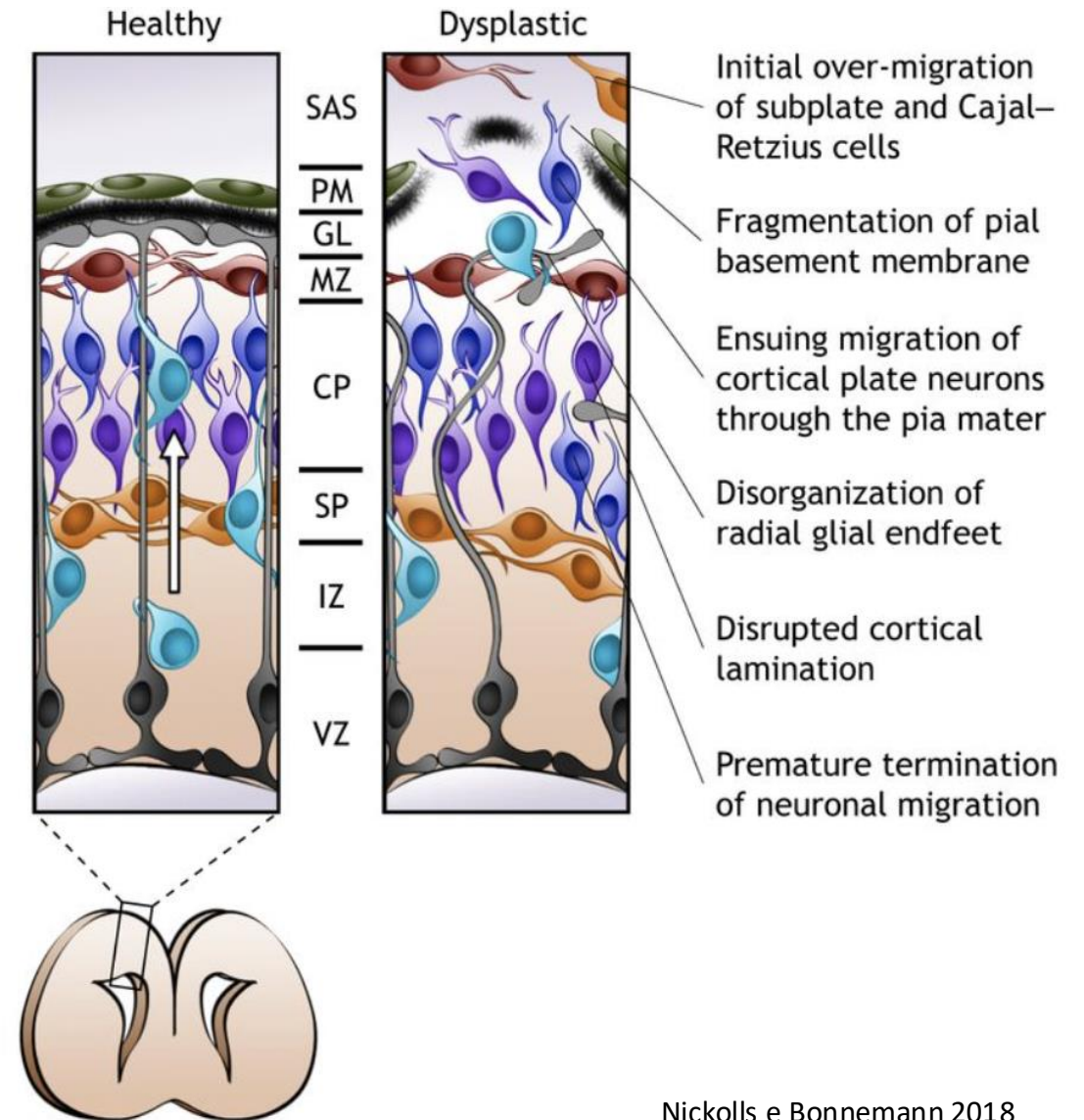
Differenziazione delle cellule staminali neurali (NSC) e sviluppo di neuroni e cellule gliali dalle tre zone



Formazione degli strati corticali

Disturbi della migrazione neuronale (NMD)

Un gruppo di difetti causati dalla migrazione anomala dei neuroni nel sistema nervoso in via di sviluppo. La migrazione neuronale, che avviene già nel secondo mese di gestazione, è controllata da un complesso assortimento segnali chimici. Quando questi segnali sono assenti o errati, i neuroni non finiscono al loro posto. Ciò può causare aree cerebrali strutturalmente anormali o mancanti. I sintomi spaziano da alterazioni del tono muscolare e funzione motoria a convulsioni, ritardi nello sviluppo e una testa più piccola del normale. Gli NMD sono legati a geni responsabili della migrazione neuronale.



Nickolls e Bonnemann 2018

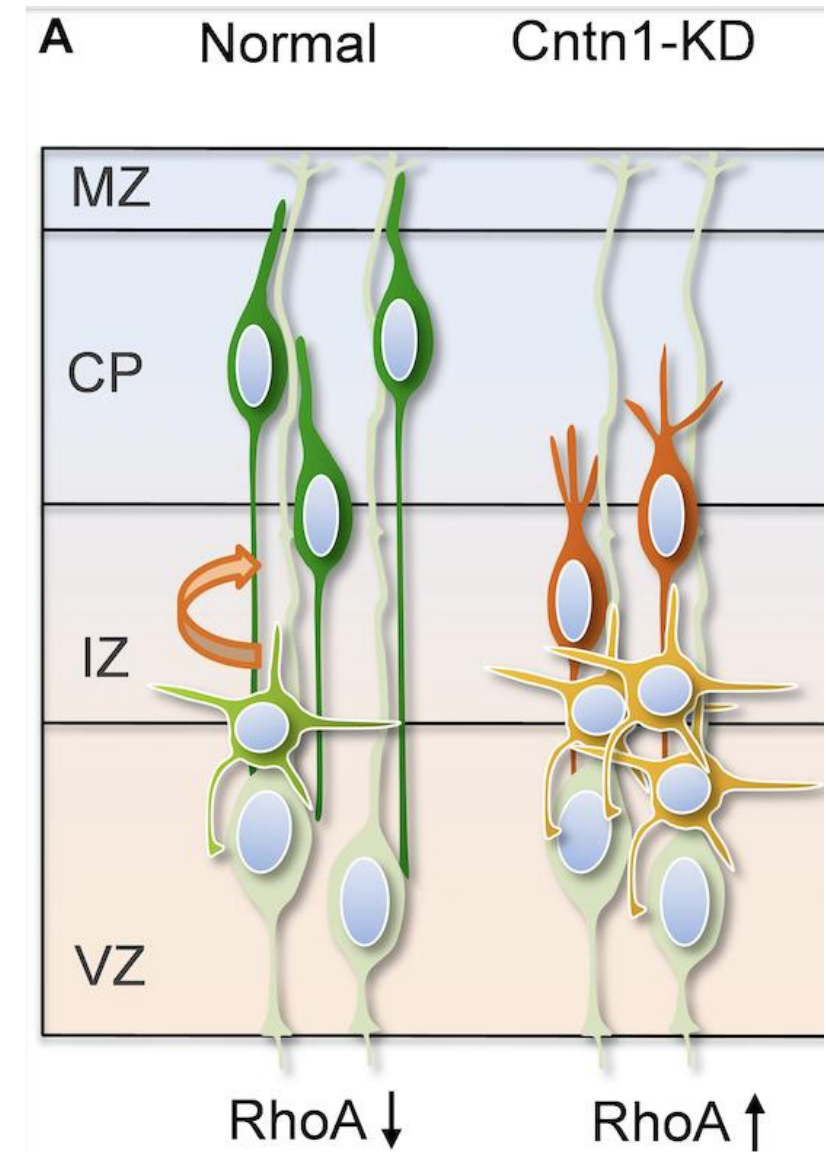
Autismo e alterazioni della migrazione neuronale

La migrazione dei neuroni dalla zona ventricolare (VZ) alla placca corticale (CP) viene bloccata da RhoA, un regolatore negativo della migrazione neuronale.

Normalmente RhoA viene bloccato dalla contactina, una molecola essenziale per lo sviluppo del sistema nervoso.

Un'alterata migrazione neuronale e/o alterazioni della connettività sono state descritte in forme di autismo

(Alarcon et al 2008; Maximo e Kana, 2019).



Chen et al., Front. Mol. Neurosci., 2018

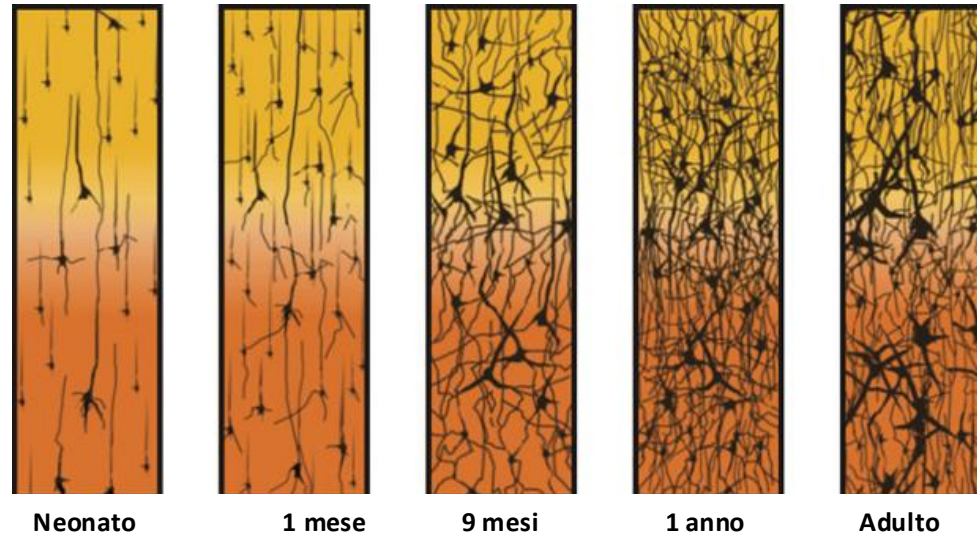
Il cervello infantile è organizzato dalla nascita ma col tempo la sua struttura si modifica profondamente.

Il cervello è organizzato dalla nascita. Contiene conoscenze innate e sofisticati programmi per l'apprendimento.

L'ambiente «innesca» alcuni comportamenti tipicamente umani, come il linguaggio ma ci rende anche capaci di funzioni che ci siamo «inventati» come la scrittura.

E' l'ambiente a dare forma al cervello agendo sulla sua plasticità.

Nei primi due anni di vita i cambiamenti della struttura del cervello sono imponenti.

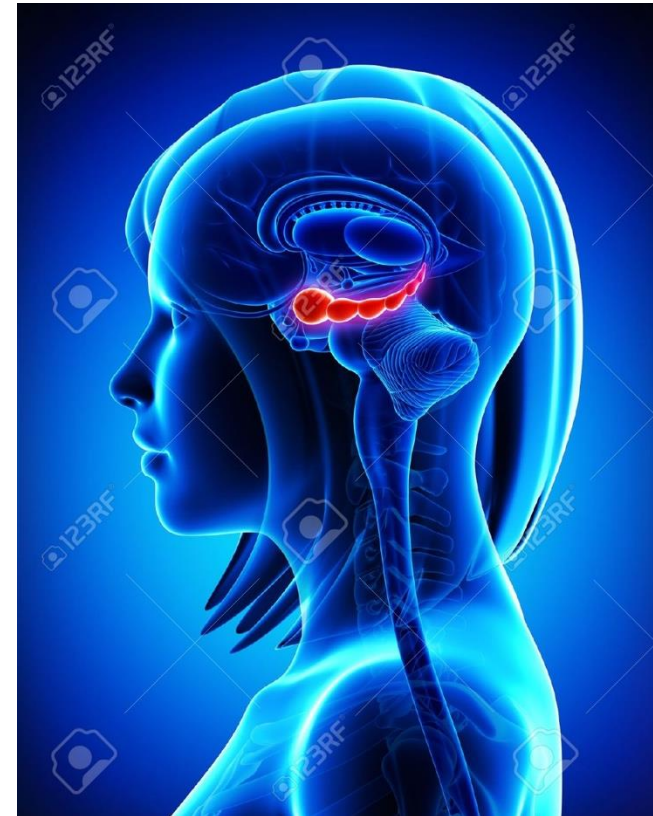


Durante la crescita la trama nervosa diviene sempre più ricca, i neuroni si mettono in contatto gli uni con gli altri. E' l'ambiente che, in gran parte, promuove questi cambiamenti.

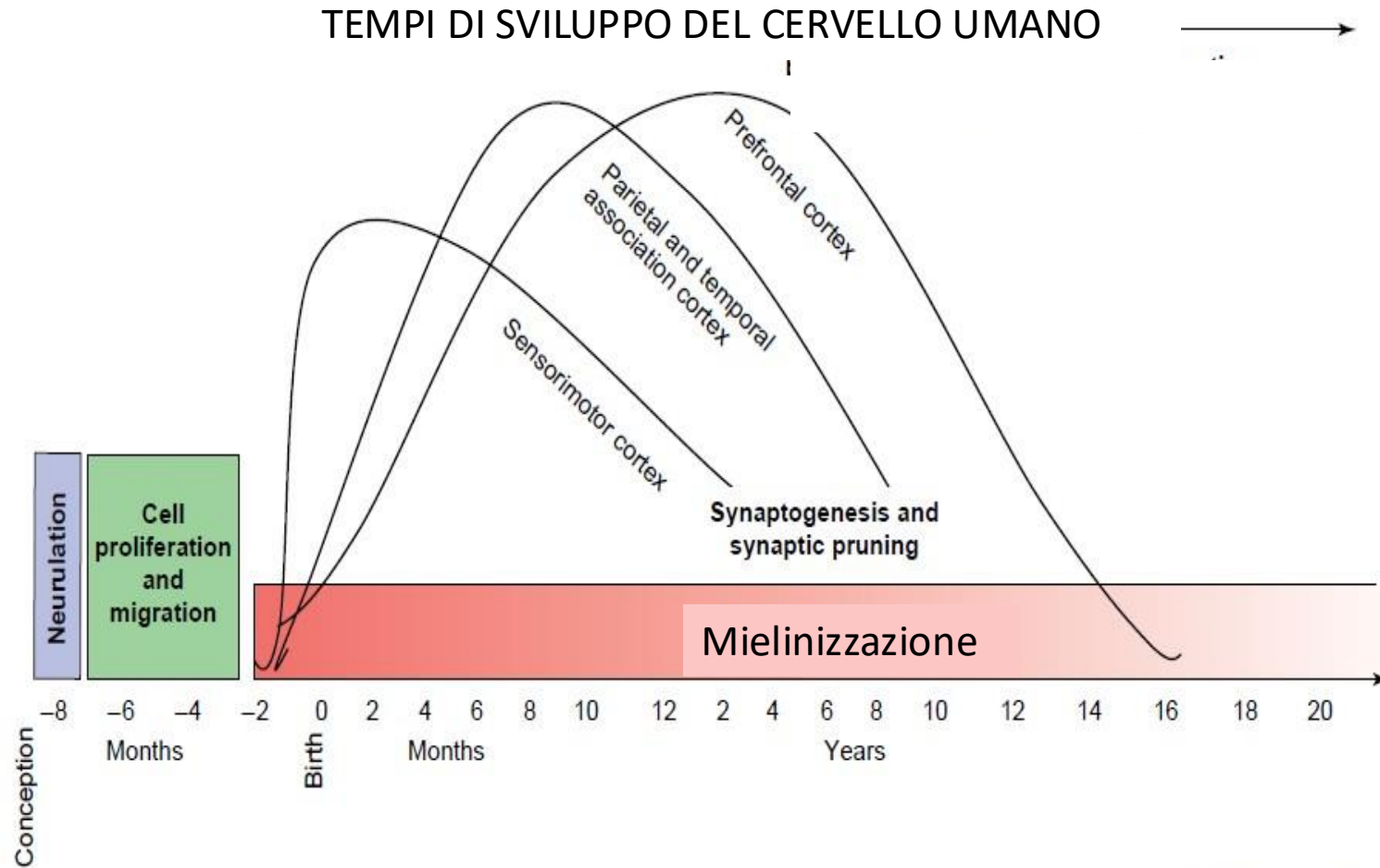
Alberto Oliverio

Sviluppo della sostanza grigia

La sostanza grigia aumenta nel corso del primo anno e riguarda soprattutto le *aree corticali sensorimotorie* (frontali superiori, temporali inferiori e parietali). Anche la maturazione dell'**ippocampo** (posteriore) che consente di formare delle *rappresentazioni mnestiche*, prosegue tra i 4 e i 24 anni, il che contribuisce alla formazione dei ricordi



Lo sviluppo del cervello



TRENDS in Cognitive Sciences Casey et al., 2005

Alcuni comportamenti si strutturano durante la vita prenatale.



Alberto Oliverio

Le preferenze alimentari di un bambino hanno inizio nel ventre materno.

A partire dalla 15°-16° settimana il feto inghiotte una maggiore quantità di liquido amniotico se è dolce piuttosto che amaro. Se la madre pratica una dieta con aglio durante la gravidanza, il figlio dimostrerà una preferenza per l'aglio.



J. Mennella 2014

IL FETO REAGISCE CON ESPRESSIONI DI DISGUSTO O PIACERE A SECONDA DEL CIBO CONSUMATO DALLA MADRE.

La dieta delle gestanti espone i feti a una varietà di sapori costituiti da sensazioni composte che coinvolgono odore e gusto. Gli effetti di questa esposizione prenatale al sapore sono stati finora misurati solo a livello postnatale nei neonati umani. I risultati di una ricerca svolta all'Università di Durham e pubblicati su *Psychological Science* indicano come i feti reagiscano agli aromi ingeriti dalla madre attraverso il consumo di una capsula contenente sostanze diverse come il cavolo riccio o la carota. Tra 32 e 36 settimane di gestazione, i feti esposti al sapore di carota hanno mostrato un insieme di movimenti facciali tipici della risata, mentre i feti esposti al sapore di cavolo hanno mostrato un insieme di movimenti muscolari della faccia tipici della faccia del pianto. Questi dati, ottenuti attraverso l'ecografia, indicano anche come alcune preferenze alimentari tipiche di molte culture possano essere "innescate" precocemente dalla dieta materna.

Il feto reagisce con un'espressioni di pianto (B) al sapore di cavolo riccio

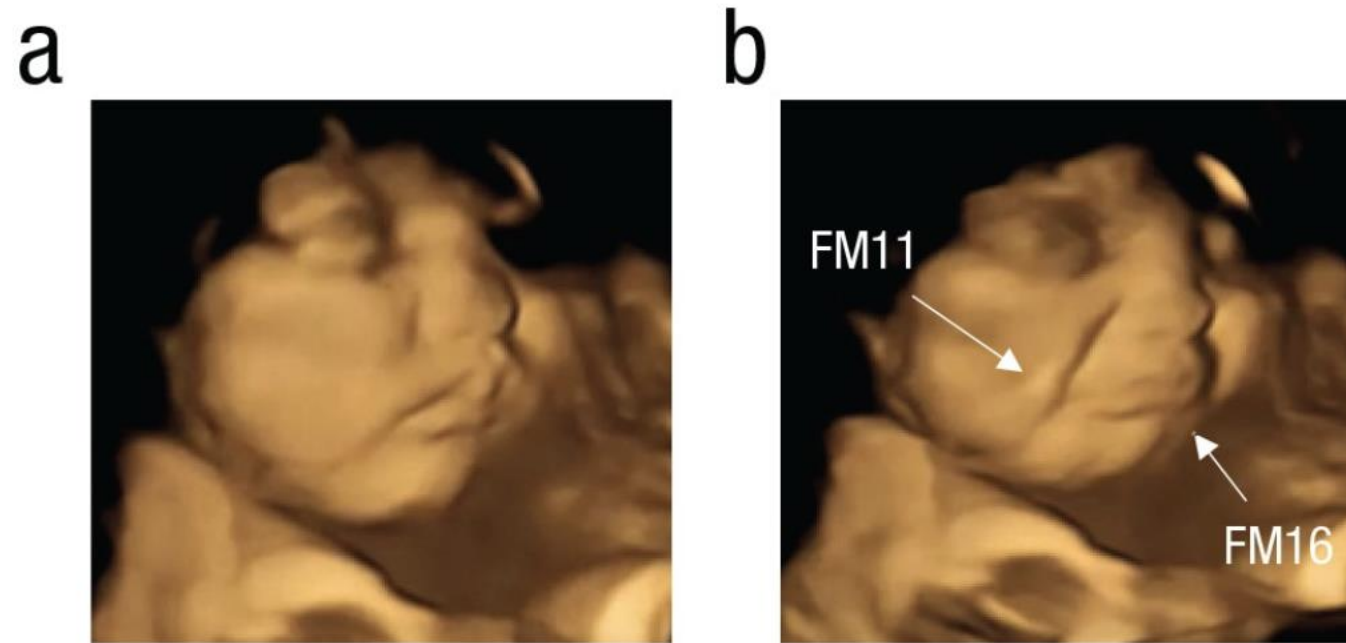


Fig. 1. Example of cry-face gestalt of a kale-exposed fetus: (a) baseline, (b) cry-face gestalt (apex). FM11 = nasolabial furrow; FM16 = lower-lip depressor.

Il feto reagisce con un'espressioni di sorriso (B) al sapore di carota

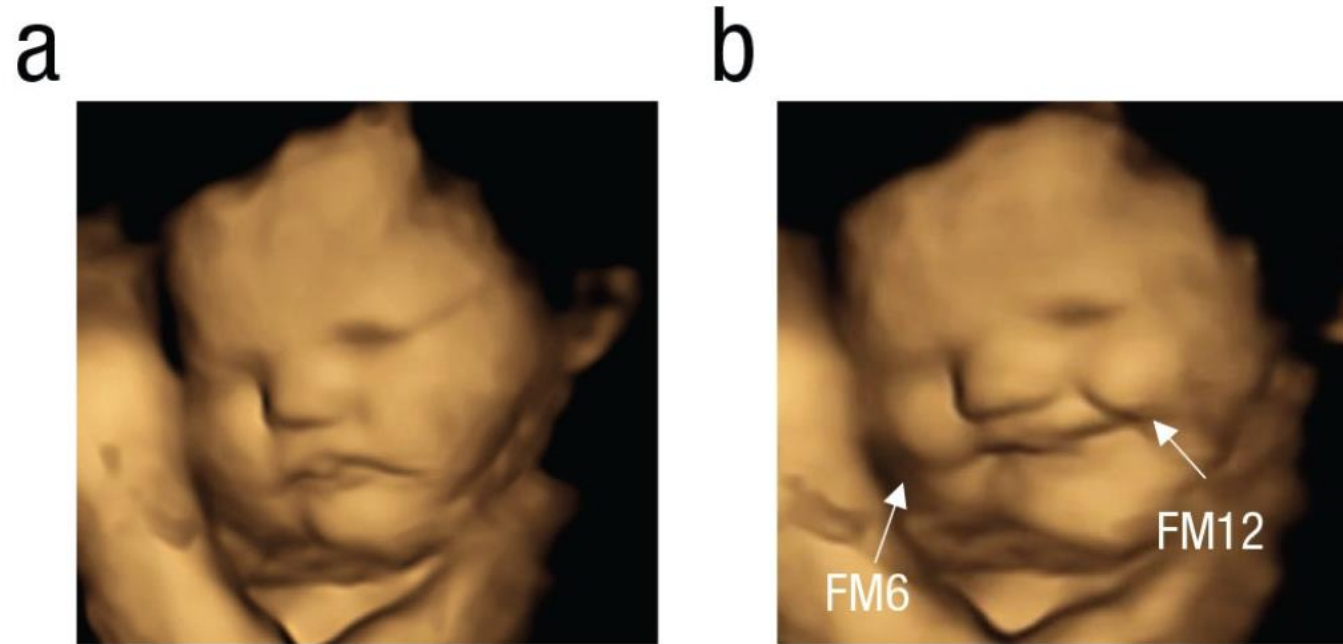
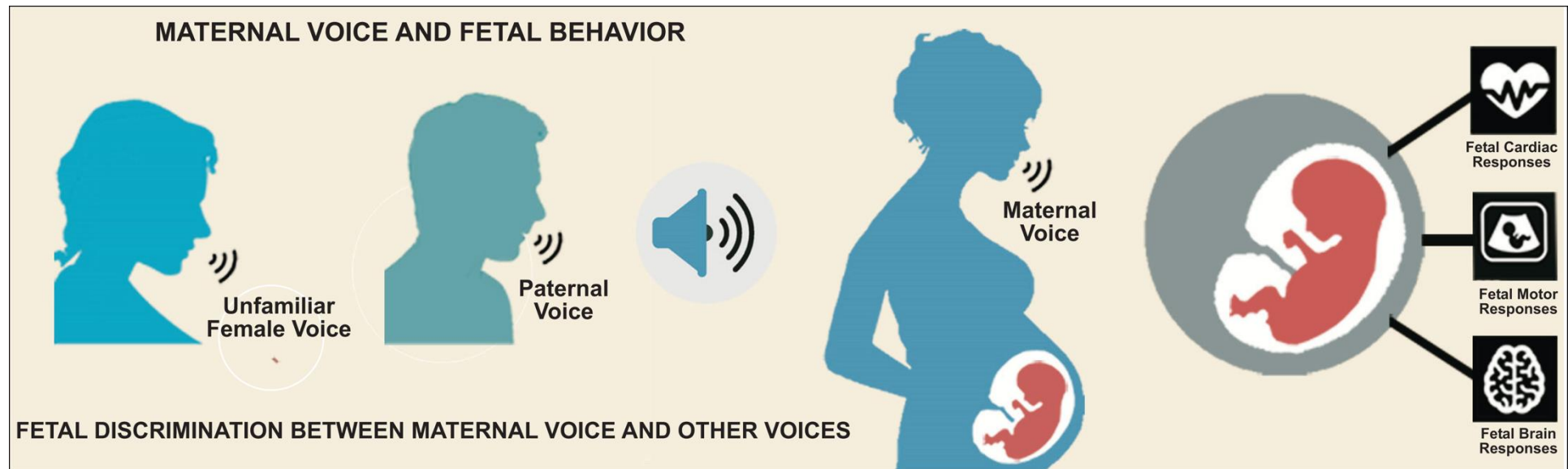


Fig. 2. Example of laughter-face gestalt of a carrot-exposed fetus: (a) baseline, (b) laughter-face gestalt (apex). FM6 = cheek raiser; FM12 = lip-corner puller.

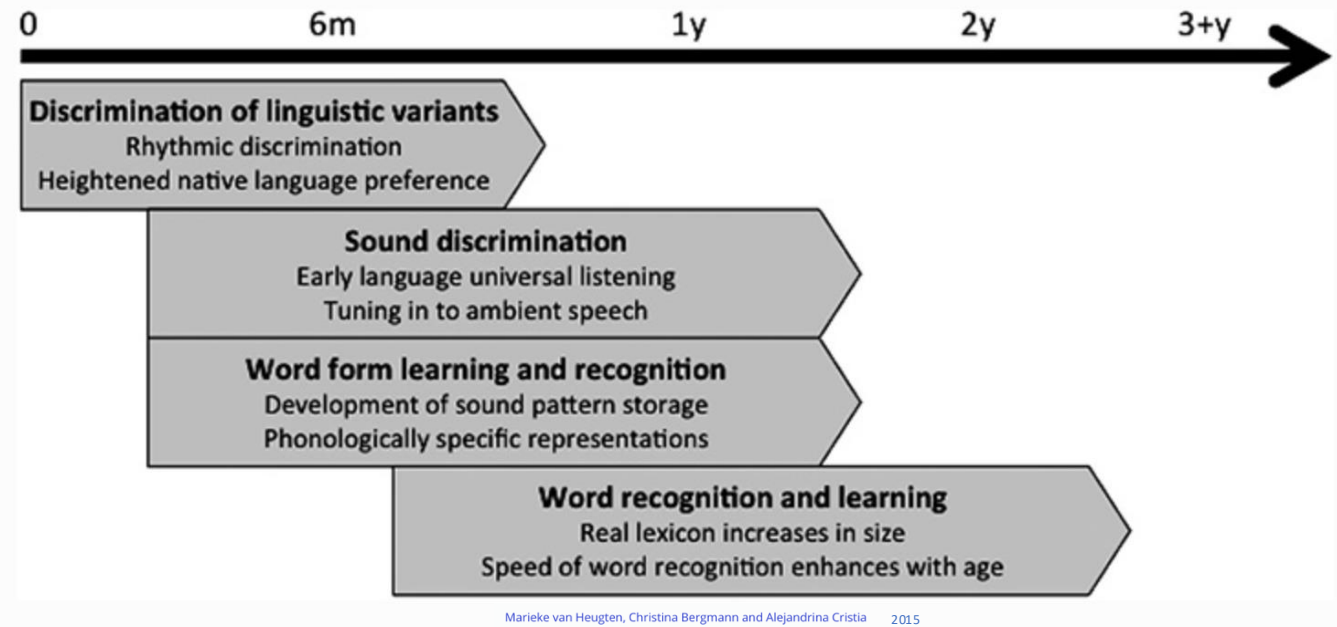
A partire dalla 28° settimana (settimo mese circa) il feto risponde selettivamente alla voce materna: si modificano il ritmo cardiaco, i movimenti fetali e le risposte cerebrali (modifiche dell'attività ERP)



L'esposizione alla lingua materna nei primi mesi di vita porta il lattante a distinguere i diversi suoni di base

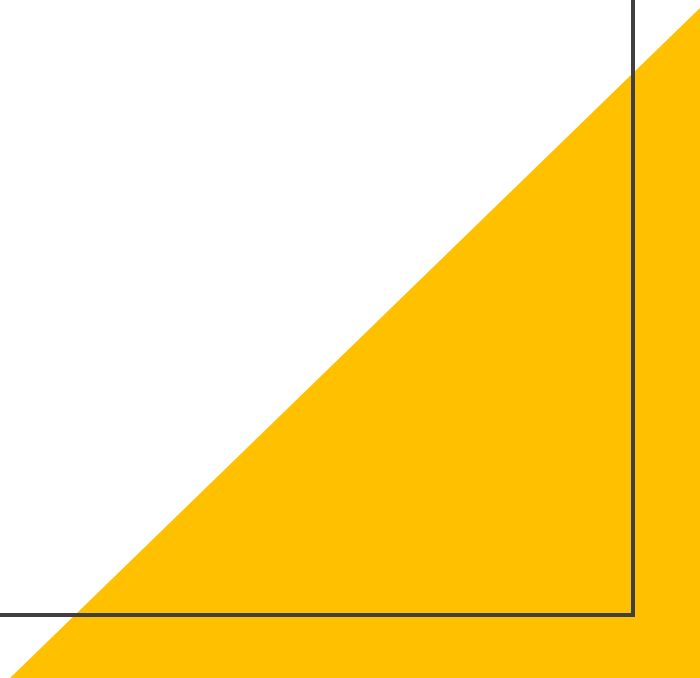
I neonati hanno la capacità innata di reagire selettivamente ai diversi fonemi e suoni linguistici mentre gli adulti hanno qualche difficoltà a percepire le differenze che esistono tra i suoni utilizzati in una lingua straniera:

La perdita della capacità di differenziare tra i suoni utilizzati in una lingua diversa dalla propria avviene molto precocemente come hanno dimostrato recenti studi. Così, mentre a sei mesi di vita non vi sono differenze tra i bambini giapponesi e inglesi nel reagire a suoni come “ra” e “la”, già a 12 mesi i primi (allevati in famiglie che parlano il giapponese) hanno perduto questa capacità mentre i bambini americani diventano sempre più accurati nel differenziare i due suoni.



Kuhl P.K., «Language, mind & brain: Experience alters perception», in M. Gazzaniga (a cura di), *The new cognitive neurosciences*, Mit Press, Boston 2000.

MODALITA' DI APPRENDIMENTO



Il neonato competente

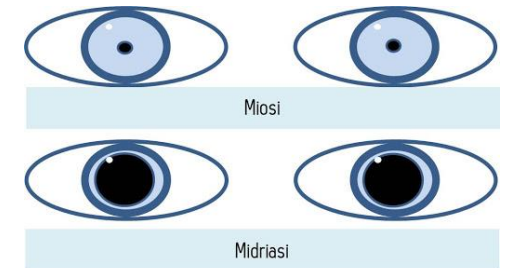
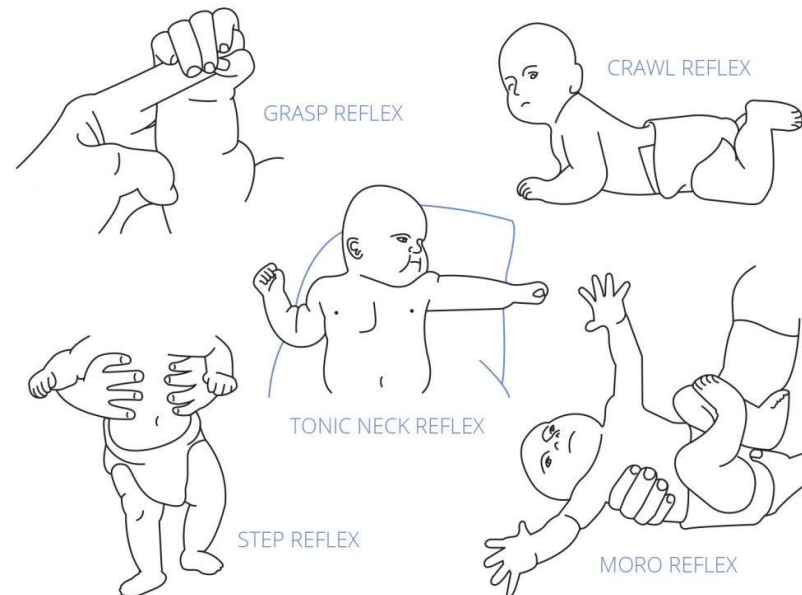
Le innovazioni metodologiche hanno consentito di mettere in evidenza capacità che le prime ricerche non avevano colto. Dall'immagine di essere un essere inetto e passivo, si è passati a quella di un neonato dotato di un ricco repertorio di capacità specializzate grazie alle quali può interagire con l'ambiente.

Alla nascita ci sono già delle **strutture cognitive** che consentono di integrare le informazioni acquisite con l'esperienza. A queste capacità si aggiungono una serie di **predisposizioni** e un repertorio di **emozioni** che costituiscono una potente spinta all'azione nei confronti dell'ambiente.

Il neonato competente

Alla nascita il bambino è dotato di un repertorio di schemi comportamentali che gli consentono di interagire con l'ambiente, e che comprendono **riflessi, azioni congenitamente organizzate, stereotipie ritmiche.**

I **RIFLESSI** sono reazioni automatiche e stereotipate a particolari stimoli. Es. dilatazione delle pupille in funzione della variazione della luce.



Il neonato competente

Alcuni riflessi permangono per tutta la vita (es. riflesso pupillare, starnuto, sbadiglio...); altri, detti i **riflessi neonatali**, spariscono completamente durante i primi mesi di vita.

I riflessi neonatali hanno un **valore adattativo**: nel corso dell'evoluzione sono serviti al bambino per la sopravvivenza.

I riflessi sono importanti per stabilire il normale sviluppo neurologico del bambino. L'assenza di questi è spesso sintomo di un danno al sistema nervoso centrale.

Il neonato competente

Le **azioni congenitamente organizzate** sono spontanee, non suscitate da stimoli identificabili, e possono variare in base alle circostanze: ad es. pianto.

Le **stereotipie ritmiche** consistono in sequenze ripetute di movimenti (ad es., scalciare, dondolarsi, ecc), eseguiti senza ragione apparente, usati (involontariamente) dai bambini per tenere in esercizio muscoli, tendini e nervi.

Rhythmic Movement Disorder

- AKA Jactatio Capitis Nocturna
- Repetitive, stereotyped movements, involvement of large muscle groups
 - Head banging
 - ↑ stress
 - Lying in prone/supine position
 - Most common in 1st yr
 - Boys > girls
 - Head rolling
 - More common, progressively declines w/ age
 - Body rocking
 - Child is usually on hands and knees rocking anterior ↔ posterior
 - More associated w/ pleasurable activities (e.g., listening to music)
 - Hypothesized to be mechanism of self-stimulation/self-soothing (mimicking cradling/rocking by parents)



Moturi, Sricharan, Avis, Kristin. *Assessment and treatment of common pediatric sleep disorders*. Psychiatry (Edgmont). 2010 Jun; 7(6): 24-37.
Thiedke, C. Carolyn. *Sleep disorders and sleep problems in childhood*. Am Fam Physician. 2001 Jan; 63(2): 277-285

Meccanismi di apprendimento

COME APPRENDONO I NEONATI?

Per **apprendimento** si intende un cambiamento nel comportamento o nelle strutture mentali per effetto dell'esperienza. Due sono i meccanismi principali:

- 1) **Condizionamento classico**
- 2) **Condizionamento operante**

TEORIA COMPORTAMENTISTA (Watson, Skinner, Pavlov)

Il merito della teoria comportamentista è stato quello di aver affrontato per la prima volta lo studio del comportamento umano e del suo sviluppo a partire da un **inquadramento teorico rigoroso** e per mezzo di **metodi di indagine obiettivi**.

Il **limite** della teoria comportamentista è stato quello di essersi fermata al comportamento osservabile, senza approfondire i suoi legami con i processi mentali.

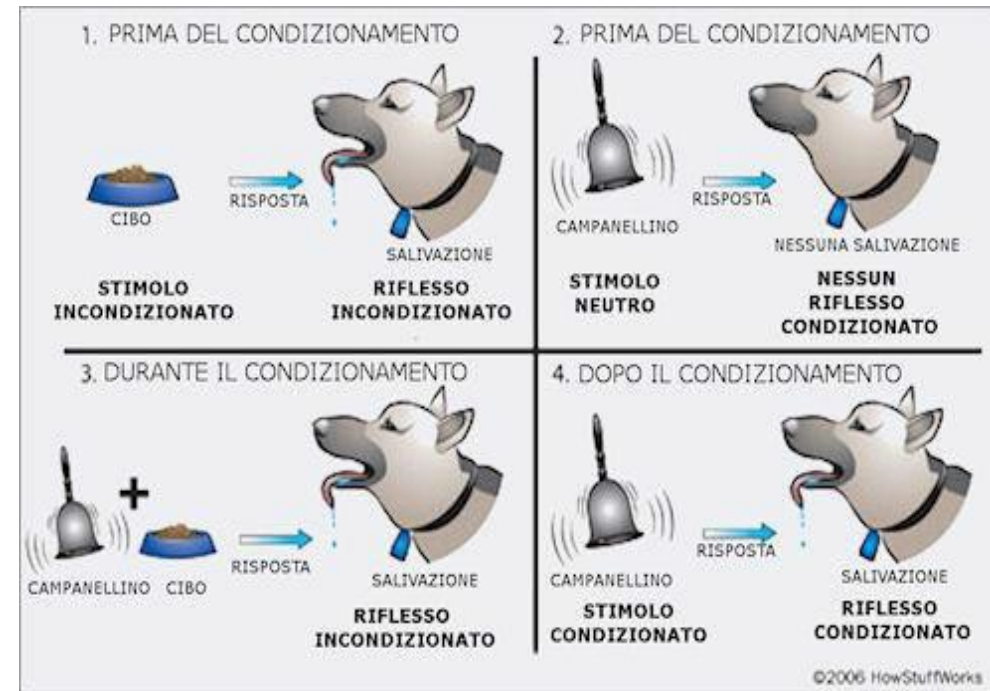
Meccanismi di apprendimento

Condizionamento classico

Little Albert experiment, John Watson (1919)



Pavlov, 1920



Meccanismi di apprendimento

IL COMPORTAMENTO E' IL RISULTATO DEL PROCESSO DI APPRENDIMENTO, definito come un cambiamento più o meno permanente nel comportamento che ha luogo come risultato della pratica, ossia dell'esperienza individuale.

John Watson (1930), «Behaviorism»

“Datemi una dozzina di bambini di sana e robusta costituzione e un ambiente organizzato secondo miei specifici principi, vi garantisco che sarò in grado di farne un medico, un avvocato, un artista, un imprenditore, un delinquente.” (pag. 107).

Meccanismi di apprendimento

In che modo l'ambiente determina l'apprendimento?



STIMOLI



RINFORZI

Meccanismi di apprendimento

Nel condizionamento operante il comportamento non è influenzato dagli stimoli che lo precedono, ma da quelli che lo seguono e che sono effetto del comportamento stesso.

Un comportamento emesso spontaneamente si stabilizza in quanto rinforzato dalla comparsa di una ricompensa o dall'evitamento di uno stimolo avversivo.

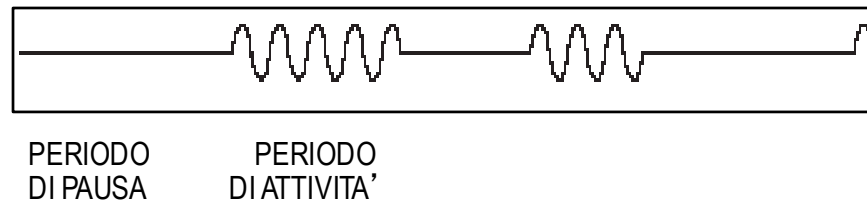


**Ciò che viene appreso è la relazione tra il comportamento e
l'effetto
positivo che esso provoca
(il rinforzo positivo o l'evitamento del rinforzo negativo)**

Meccanismi di apprendimento

La Tecnica della Suzione Nutritiva

Utilizzando come rinforzo positivo una soluzione di acqua zuccherata, bambini di pochi giorni di vita apprendono a modificare la pressione e la frequenza del ritmo della suzione nutritiva al fine di ottenere il rinforzo (Sameroff, 1968; Sequeland, 1968).



Meccanismi di apprendimento

Associazione

A partire dai 2 mesi i bambini possono apprendere la **relazione** tra il movimento della loro gamba e il movimento conseguente di una giostrina appesa sopra il lettino è una forma di condizionamento operante:

il bambino apprende **la relazione** tra un **comportamento spontaneo** (muovere la gamba in un certo modo) e **il rinforzo visivo** (movimento della giostrina)

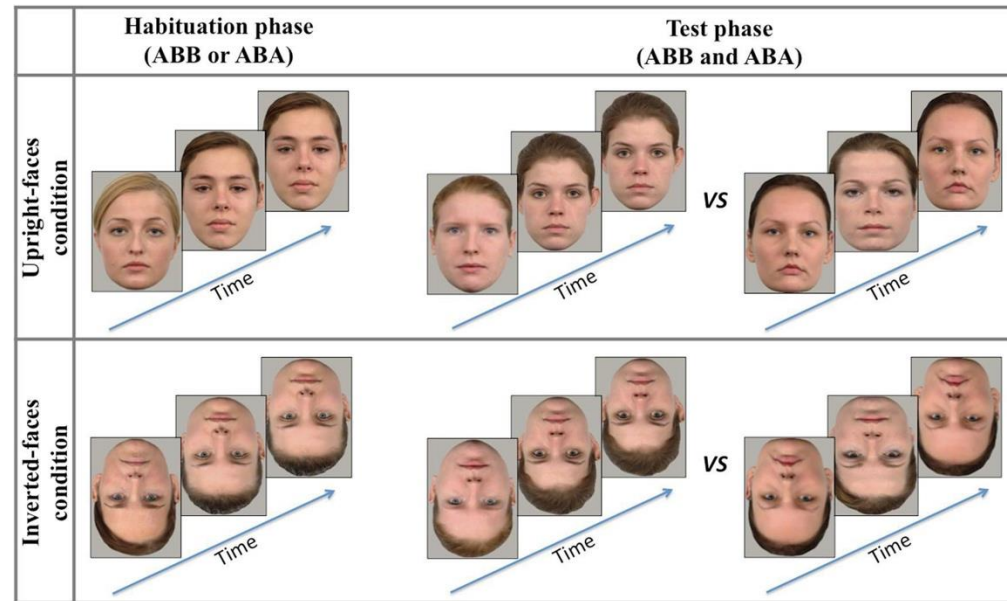
Figure 5.5 Rovee-Collier's Study of Infant Memory



Ruolo dell'esperienza percettiva nell'apprendimento sequenziale delle regole da parte di lattanti di 7 mesi.

Dei lattanti sono stati abituati con triadi facciali in una condizione ABA o ABB, seguita da una fase di test con triadi ABA e ABB composte da volti che differivano da quelli mostrati durante l'abituazione. I piccoli hanno generalizzato il modello presentato durante l'assuefazione per includere le nuove identità facciali mostrate durante il test.

L'esperienza percettiva può modulare le capacità dei bambini di 7 mesi di rilevare pattern basati su regole.



<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01595>

Bulf et al., 2015

Meccanismi di apprendimento

Imitazione

Fino a qualche decennio fa si pensava che l'imitazione fosse una capacità dei bambini più grandi; tuttavia, **Andrew Meltzoff** ha messo in discussione questa credenza a partire dagli anni '70, in cui ha condotto una serie di esperimenti in cui ha dimostrato che anche i neonati di pochi giorni sono in grado di imitare.



Meltzoff & Moore, 1977



Meltzoff e Moore, 1983

Comprendiamo un'azione in quanto la sua rappresentazione motoria è attiva nel nostro cervello.

Meccanismi di apprendimento

Imitazione

L'imitazione è la riproduzione di movimenti, atteggiamenti, di un modello. A partire dal secondo anno di vita, l'imitazione è esplicitamente visibile nella maggior parte dei bambini, che ripetono quello che viene detto e fatto da adulti o altri bambini (più grandi di loro).



APPRENDIMENTO OSSERVATIVO/IMITATIVO

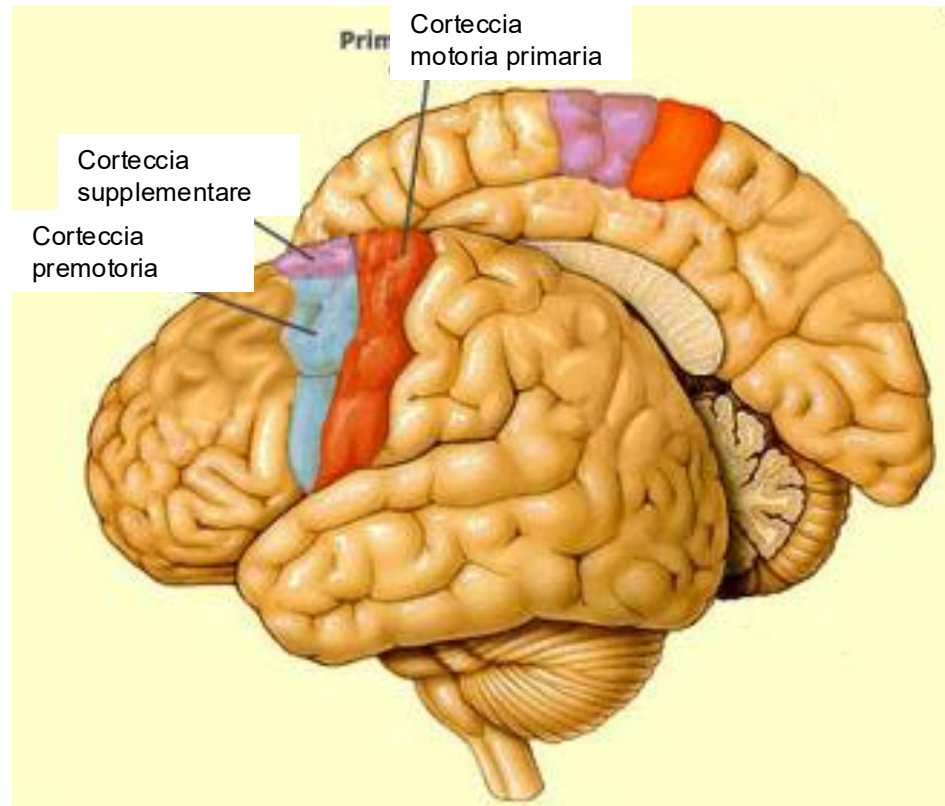
- Bandura e la teoria dell'apprendimento sociale (rinforzi e punizioni: sistema ottimale per non dover provare tutto sulla “propria pelle”)
- Dal punto di vista motorio il soggetto deve avere le capacità fisiche e intellettuali per mettere in pratica ciò che ha visto: non saprei eseguire un salto mortale, ma se lo so già fare, osservare un altro può aiutarmi ad assimilare delle nuove strategie (entrano in gioco anche capacità attenzionali e di memoria)

NEURONI SPECCHIO



I “neuroni specchio”
stabiliscono un ponte tra
l’osservatore e l’attore.
Sono alla base di quei
movimenti imitativi che
giocano un ruolo
fondamentale
nell’intelligenza



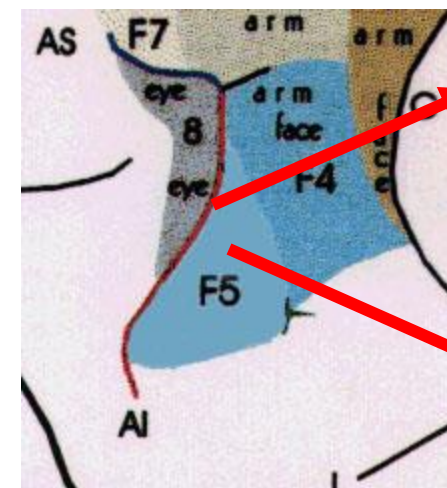
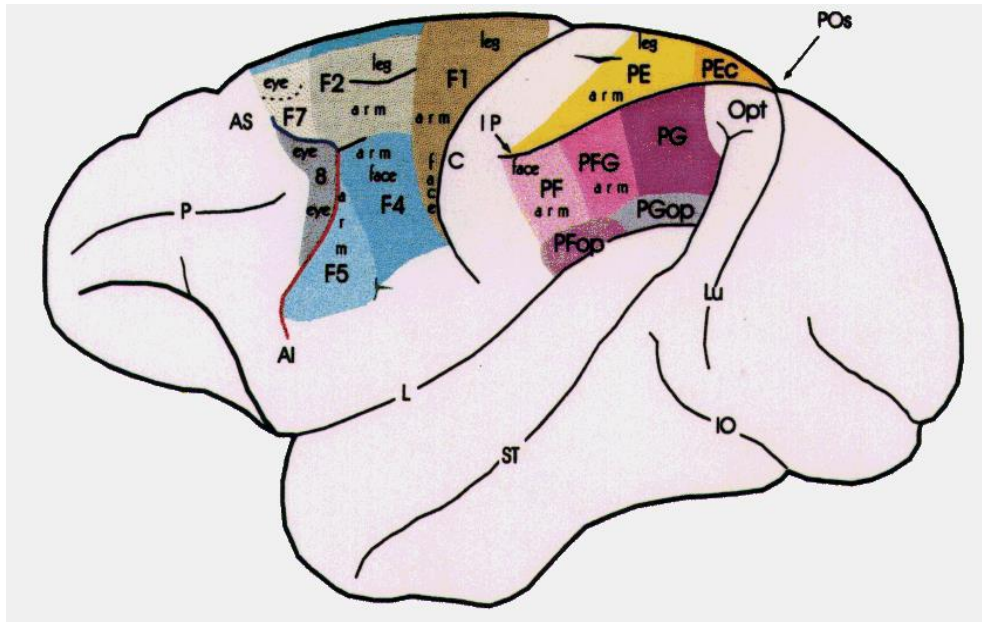


Neuroni specchio

I **movimenti volontari** dipendono dalla **corteccia motoria primaria** da cui partono gli ordini per i muscoli. Il movimento viene “**preparato**” dalla **corteccia premotoria** e **supplementare**. Nella corteccia premotoria sono localizzati i **neuroni-specchio** che entrano in funzione quando osserviamo un’altra persona compiere semplici azioni motorie.

Neuroni specchio.

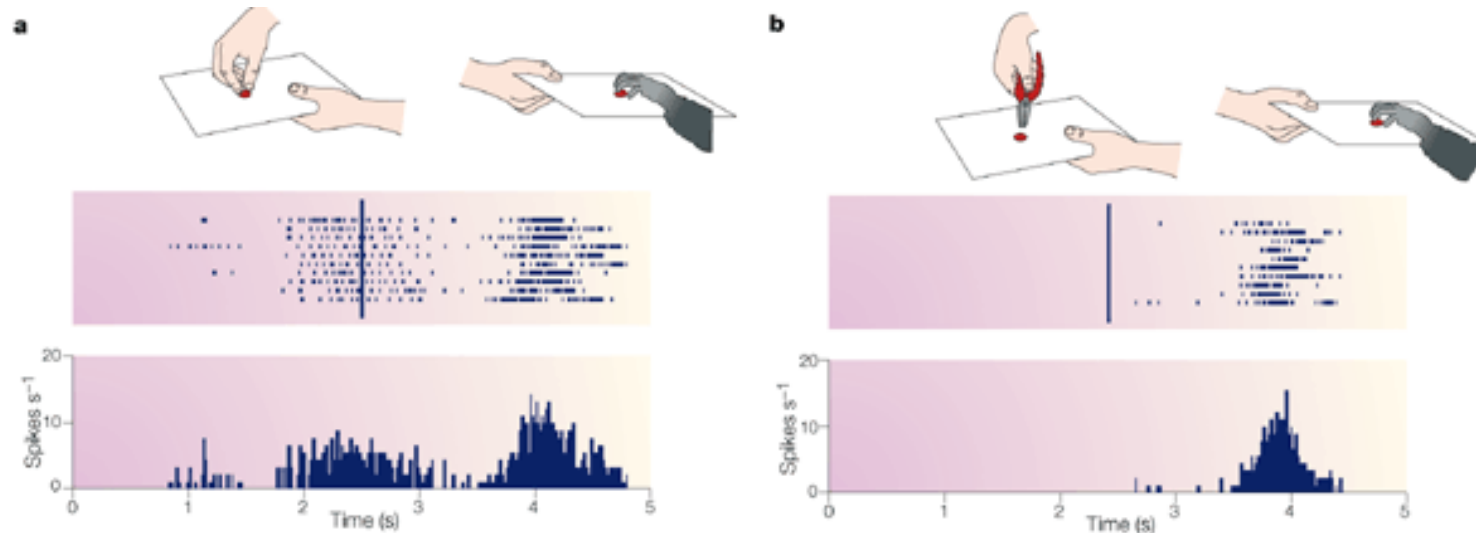
Quando osserviamo un movimento si attiva una parte della nostra corteccia che si prepara ad eseguirlo



**Area marginale
della corteccia
premotoria F5:
neuroni normali**

**Area centrale
della corteccia
premotoria F5:
Mirror neurons**

Neuroni specchio



Nature Reviews | Neuroscience

Aree premotorie della scimmia: movimenti che implicano uso delle mani e della bocca dello sperimentatore (cibo alla bocca). Sembra che siano gesti significativi: il cibo preso con tenaglie invece che con le mani non attiva questi neuroni.

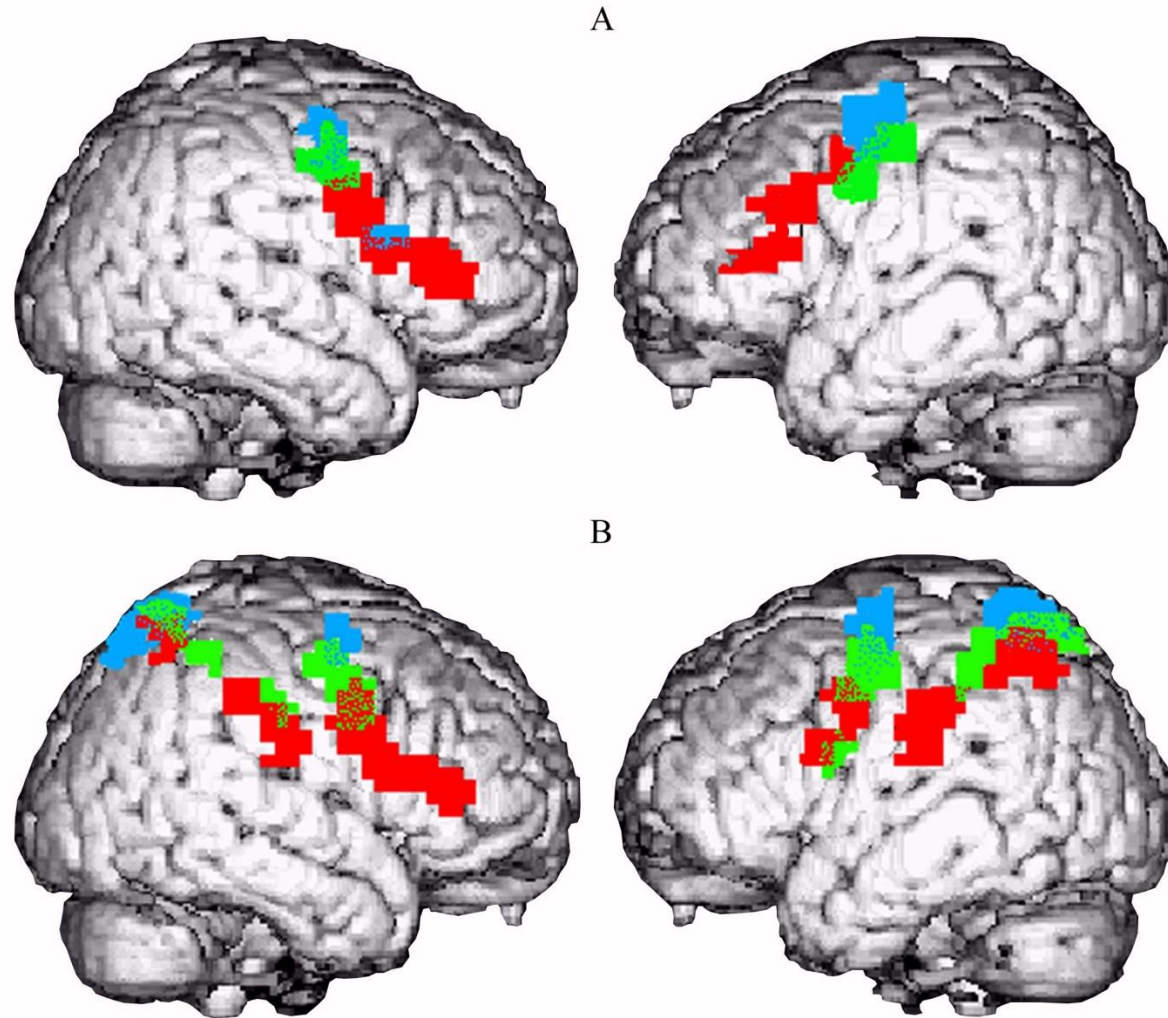
Transitivi



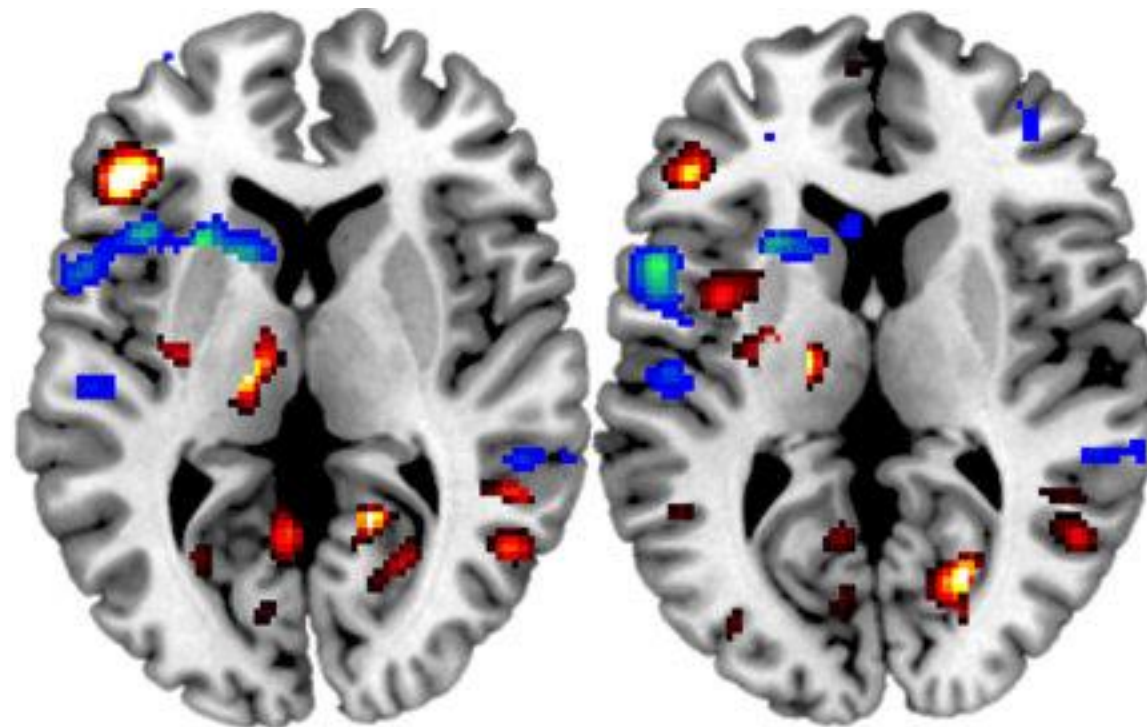
Intransitivi



Imitazione e apprendimento: i neuroni specchio



- osservazione di una bocca che afferra vs di una bocca statica ■
- osservazione di una mano che afferra vs di una mano ferma ■
- osservazione di un piede che schiaccia vs di un piede fermo ■



Immagini fMRI di persone che guardano gli altri che eseguono un'azione. Le **zone rosse** mostrano attività aumentata

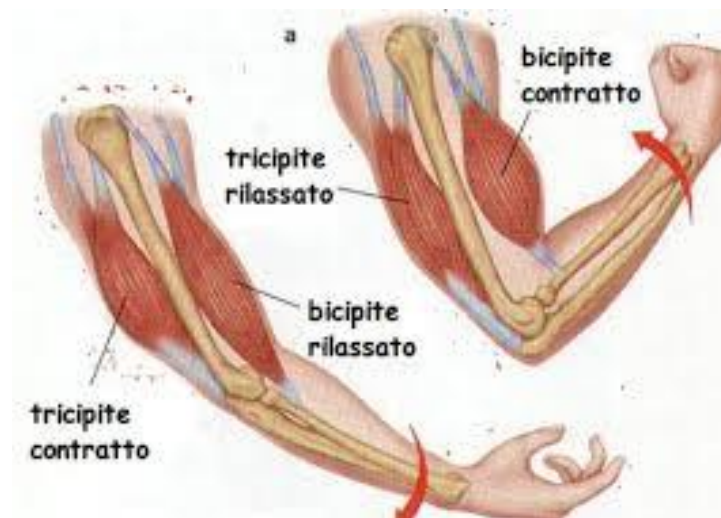
Image courtesy of Kathleen Garrison

FUNZIONI ESECUTIVE

Pianificare, programmare, modificare e verificare. Le Funzioni Esecutive possono essere definite come l'insieme dei processi mentali atti all'elaborazione di schemi cognitivo-comportamentali adattivi, in risposta a condizioni ambientali nuove ed impegnative.

Eccitazione e inibizione

Il cervello è sede di numerosi conflitti tra funzioni diverse che vanno da quelle apparentemente più semplici, fare o bloccare un movimento, a quelle più complesse come il prestare attenzione anziché distrarsi, avere la capacità di controllarsi anziché rispondere in modo aggressivo. Questi aspetti conflittuali emergono sin dall'infanzia quando il cervello è ancora immaturo e le esperienze scarse.



L'opposizione del pollice all'indice richiede la maturazione di processi inibitori.

Sin dalla nascita è necessario sviluppare la capacità di inibire numerose condotte: porre fine a un movimento e, in seguito, il complesso gioco tra muscoli agonisti e antagonisti: ad esempio, è più facile mettere in atto un riflesso di prensione (afferramento) in cui tutti i muscoli flessori delle dita sono attivati, piuttosto che la capacità di esercitare una presa di precisione (opporre pollice e indice) senza flettere le altre tre dita della mano.



L'opposizione del pollice all'indice.

L'opposizione del pollice all'indice è un passo fondamentale nell'apprendimento della scrittura, facilitato da precedenti esercizi (e giochi) che portano a un controllo del movimento (fare una pila di cubi, infilare una chiave nella toppa ecc.).



Modello funzioni esecutive di Miyake/1

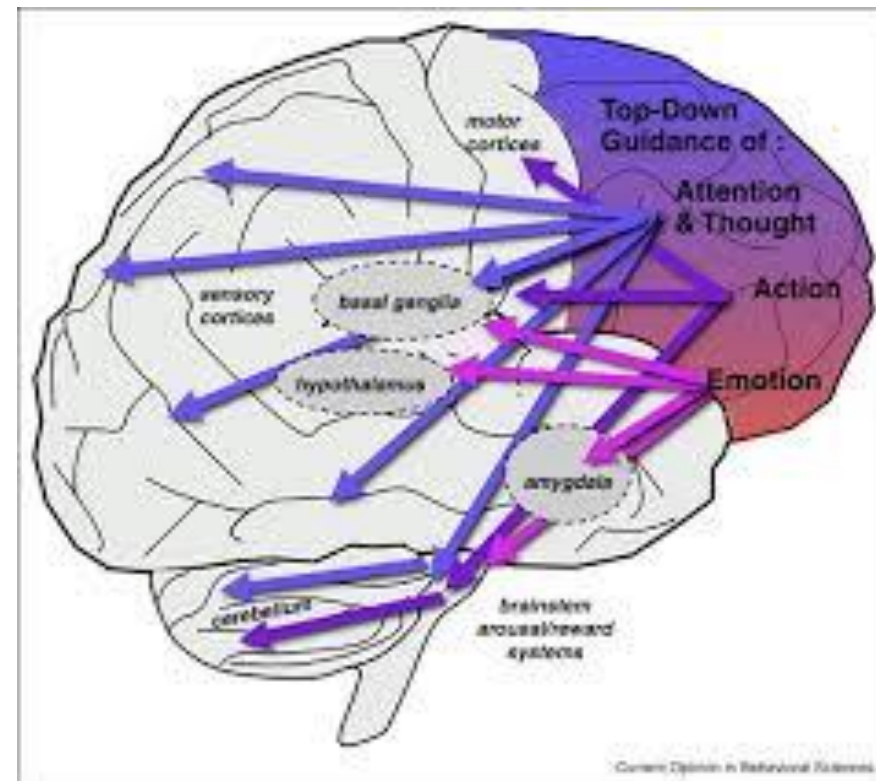
inibizione, flessibilità mentale, aggiornamento.

Inibizione= capacità sopprimere informazioni non pertinenti interne o esterne,

flessibilità= passare alternativamente da un'operazione mentale a un'altra (es dalla divisione alla moltiplicazione),

l'aggiornamento implica modificare il contenuto della memoria di lavoro a seconda dell'informazione più recente.

Queste 3 componenti non sono ben differenziate sino ai 5 anni dopodiché divengono più autonome. I bambini piccoli devono mettere in campo delle strategie abbastanza generiche per bloccare il compito in corso ed evitare di perseverare nella mansione precedete e passare alla successiva.



Modello funzioni esecutive di Miyake /2

È soltanto nell'adolescenza che queste tre funzioni divengono autonome. Gli adolescenti sanno padroneggiare la loro flessibilità mentale per adattarsi a nuovi compiti.

Il doppio codice verbale e visivo non entra in funzione che dopo i 7 anni, sino a quel punto i bambini si basano soltanto su informazioni visuo-spaziali, meno efficaci di quelle basate su un doppio codice.

La quantità di informazione manipolata (ad es. il numero di cifre) aumenta progressivamente a partire dai 5-6 anni

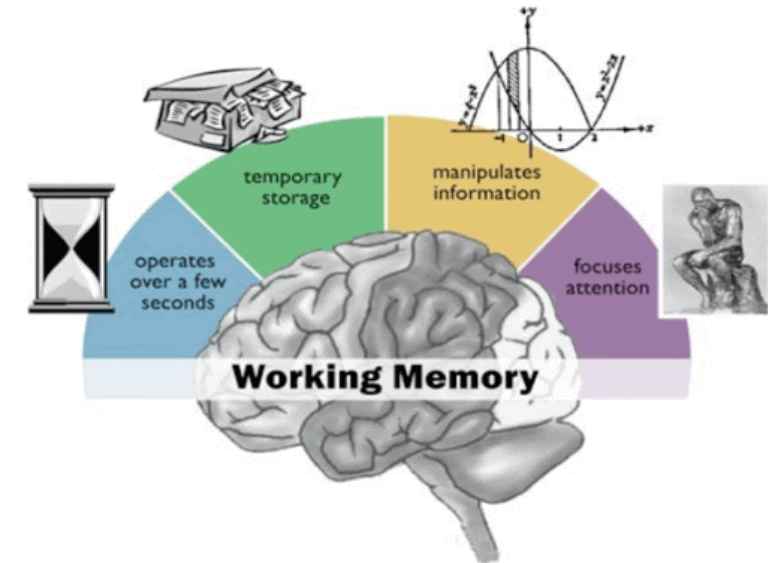
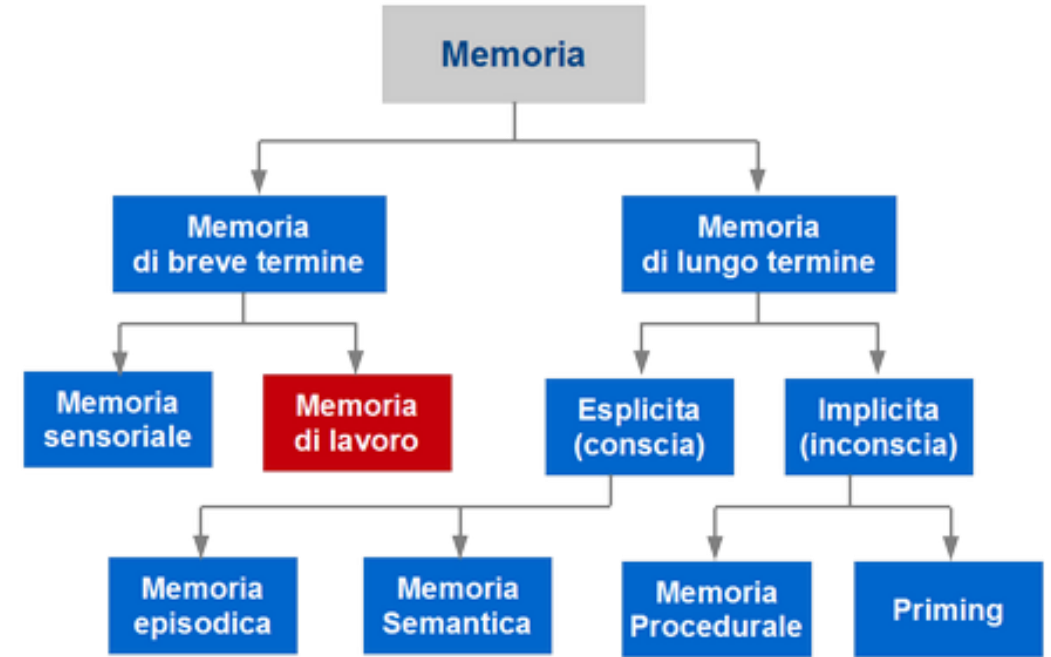


Memoria di lavoro:

A 6 mesi un lattante mantiene in mente un oggetto, a 12 mesi può mantenerne in memoria 4, ciò dipende dalla maturazione della corteccia frontale.

L'associazione di informazioni, ad esempio identificare su un disegno, il cosa e il dove, procede lentamente. Ogni integrazione tra più elementi migliora sino alla tarda adolescenza a causa di un potenziamento della memoria di lavoro.

La memoria di lavoro di un bambino tiene conto di vari fattori: la **motivazione**, **l'attenzione**, la **capacità di non distrarsi**, le caratteristiche della **personalità**.



COSA, DOVE, QUANDO

Nel corso dello sviluppo le prestazioni: 1. aumentano rapidamente per quanto riguarda i contenuti che condividono la stessa modalità, 2. aumentano progressivamente e in modo lineare per quanto riguarda i contenuti spaziali, si verifica un 3. brusco miglioramento tra i 9 e i 10 anni per quanto riguarda i contenuti temporali.

L'evoluzione delle capacità di memorizzazione tra i 6 e i 10 anni procede rapidamente per quanto riguarda il “cosa” (ad es. coppie di immagini), più lentamente per il “dove” (posizione spaziale di immagini) e ancor più lentamente per quanto riguarda il “quando” (ordine di presentazione delle immagini).

I bambini tra i 3 e i 5 anni non sono ancora capaci di viaggiare mentalmente nel tempo. Similmente, a 3-4 anni confondono il contenuto di un sogno con la realtà.



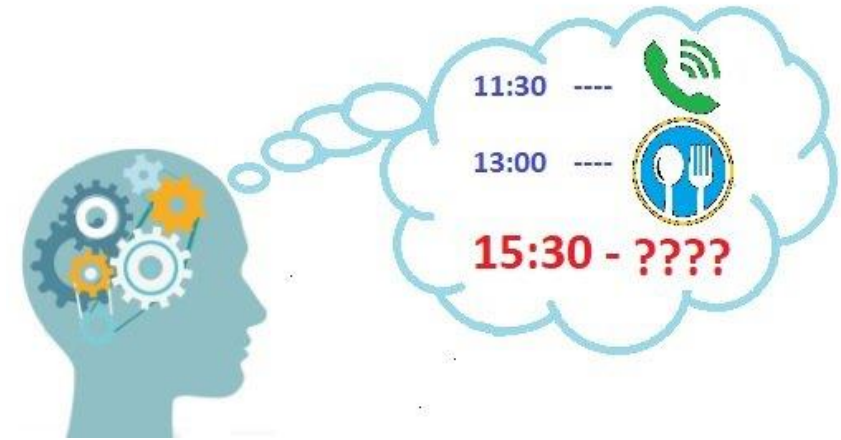
#137477653

La memoria prospettica

differisce da quella retrospettiva in quanto riguarda la capacità di ricordarsi di compiere una o più azioni nel futuro. È indispensabile per la vita quotidiana e migliora sino all'adolescenza.

Dipende da 4 fattori:

1. La capacità di ricordarsi del contenuto dell'azione da realizzare che migliora con l'età.
2. La metacognizione (le conoscenze che abbiamo sulla nostra memoria) influenza le nostre strategie cognitive.
3. La capacità di proiettarsi nel futuro facilita la preparazione di un'azione.
4. Le funzioni esecutive, come la memoria di lavoro, permettono di modificare le nostre rappresentazioni e di adattarci a nuove situazioni.

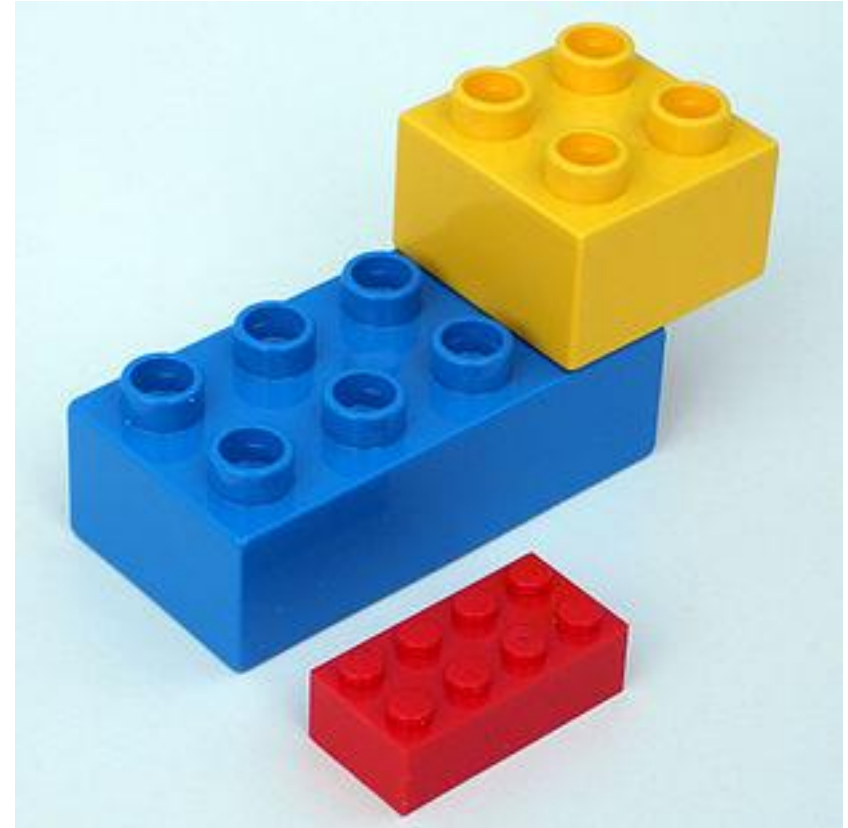


CODIFICAZIONE

*Più la **codificazione** è **personalizzata** e prossima al bambino, maggiore la capacità di memorizzare.*
Anche il **recupero dell'informazione** è maggiore quando gli indizi che si forniscono si avvicinano alle tappe della codificazione.

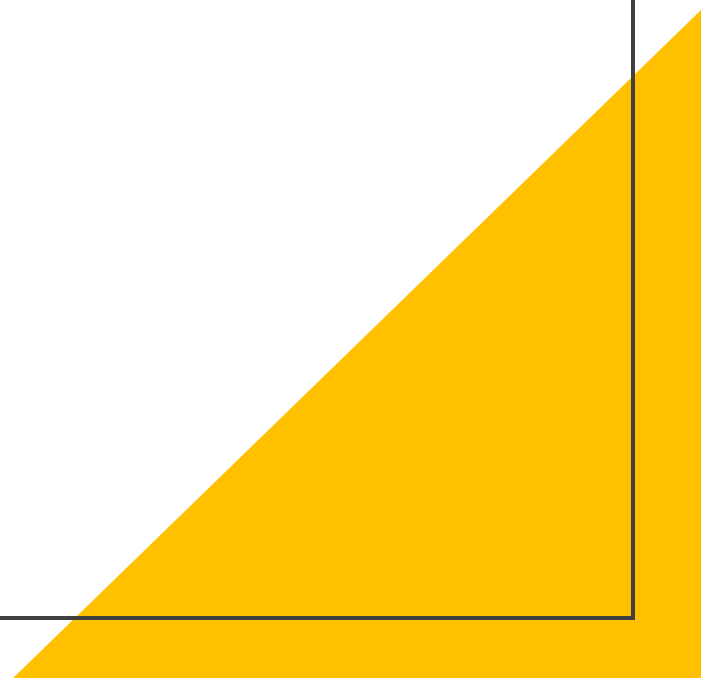
Tutti gli apprendimenti che hanno una **dimensione concreta e multimediale** (ascoltare la lingua del paese di cui si parla, vedere immagini fotografiche, girare per le strade con Google maps ecc.) e/o che richiedono al bambino di **essere attivo** hanno **maggiore successo** (es. disegnare una carta geografica, appuntare delle bandierine sui luoghi di cui si parla ecc.).

Associare a un gesto un fonema, parola, concetto ecc.
(Suzanne Borel-Maysonny), associare a un'emozione...



PRESTARE ATTENZIONE

Nel bambino piccolo
l'attenzione è labile ma è
alla base di ogni esperienza
significativa.



Per fare esperienze significative è necessaria un'attenzione selettiva

L'attenzione di un bambino piccolo è di brevissima durata:

un lattante può fare brevi esperienze notando ciò che c'è di nuovo nell'ambiente, prestando attenzione ai messaggi dell'adulto, esplorando attivamente un oggetto nuovo.



La labilità dell'attenzione di un lattante o di un bambino piccolo è legata soprattutto all'immaturità della corteccia frontale che ha il compito di reprimere gli stimoli – esterni e interni – irrilevanti e di conseguenza di consentire e sostenere l'attenzione nei confronti di uno stimolo particolare.

Controllo frontale

- 6 settimane: *l'attenzione* dimostrata da un neonato di nei confronti degli *oggetti che appaiono o scompaiono dal loro campo visivo*.
- 12 mesi: comincia a sviluppare la *capacità di rappresentarsi la realtà in modo simbolico*, grazie allo sviluppo del linguaggio.
- 18-30 mesi: aumento *autocontrollo*. Diminuiscono sfuriate e veri e propri accessi d'ira.
- 3-6 anni: massiccio scatto crescita della *corteccia frontale*, in concomitanza con lo sviluppo del *linguaggio*.
- 7-15 anni: scatto o ondata di crescita dei *lobi parietali e temporali*, la fase sono più portati per *l'apprendimento di altre lingue*.
- 16-22 anni: drastica potatura dei circuiti del *lobo frontale*, crescente capacità di autocontrollo e di *padroneggiare le emozioni*.
- ~20 anni: progressiva riduzione della densità della sostanza grigia e aumento di quella bianca

L'attenzione.

- La capacità di prestare attenzione deriva principalmente dallo sviluppo e dall'efficienza della corteccia frontale che si occupa di trattenere le informazioni sotto forma di memoria di lavoro. Nonostante la memoria di lavoro faccia la sua comparsa intorno ai 5-6 mesi di vita, all'inizio opera per periodi di tempo brevissimi.
- In un bambino l'attenzione dura poco ma la motivazione è importante. Un bambino di 6-7 anni comincia a distrarsi dopo circa 15 minuti, mentre un ragazzo di 15-16 anni è in grado di prestare attenzione in modo continuativo per circa 30-45 minuti. Per favorire l'apprendimento con un bambino della scuola primaria è opportuno fare delle pause, cambiare l'argomento di discussione o lettura, e stimolare la sua attenzione con l'aiuto di immagini, aneddoti e richiami leggeri.
- Un bambino piccolo ha un'attenzione labile e non è in grado di sostenere due compiti simultaneamente. Perciò se lo si distrae da un compito ha difficoltà a concentrarsi nuovamente su di esso e quell'esperienza può andare perduta
- Bisogna inoltre favorire l'assunzione di un **ruolo attivo**: tanto più si è coinvolti in prima persona, tanto più l'attenzione è alta.



L'attenzione aumenta nel corso dello sviluppo.

Anche nei bambini più grandi, l'attenzione è di breve durata: per esempio, un bambino di 6-7 anni comincia a distrarsi dopo appena 15 minuti mentre un ragazzo di 15-16 anni è in grado di prestare attenzione per circa 30-45 minuti.

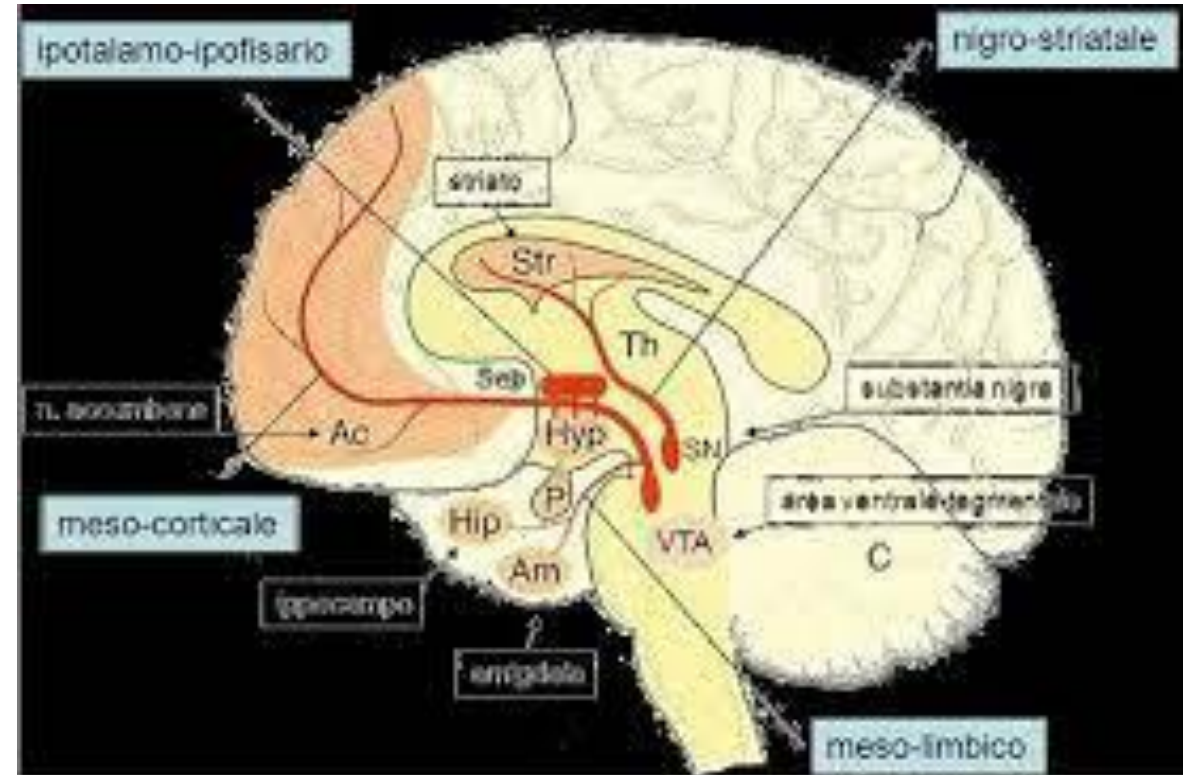


Attenzione, distrazione e nuove tecnologie

- Diversi studi svolti su chi lavora al computer in rete indicano che ci si distrae molto di frequente. In una ricerca del **2004** le persone ogni tre minuti circa spostavano la loro attenzione dal compito che stavano eseguendo, anche per interagire con i colleghi.
- Studi successivi hanno mostrato come col proliferare delle “offerte” da parte del web ci si distrae sempre più spesso: nel **2012**, il tempo medio trascorso su qualsiasi schermo prima di passare ad altro (curiosare su un'altra pagina, guardare il cellulare ecc.) era sceso a 74 secondi.
- Una ricerca simile, svolta nel **2020** nell'Università di California a Irvine su migliaia di persone, ha mostrato che ci si distraeva, in media, ogni 47 secondi.

Curiosità e sistemi di ricompensa

Ogni nuovo messaggio o schermata ha, in effetti, la capacità di premiare la nostra curiosità in quanto il cervello, tramite la liberazione di **dopamina**, reagisce a ogni forma di ricompensa, da quelle rilevanti, come il sesso o la droga, a quelle di minore entità, come le novità e il soddisfacimento della nostra curiosità.



Attenzione e velocità dei messaggi

Per quanto riguarda l'attenzione, nel tempo si è verificato un circolo vizioso: un'attenzione più momentanea ha plasmato i media, e questi, a loro volta, stanno plasmando la nostra attenzione. Si pensi, ad esempio, alla velocità che caratterizza i film odierni in rapporto a un film di mezzo secolo fa o agli spot televisivi odierni rispetto al vecchio Carosello: chi oggi produce media visivi sa che bisogna cambiare di frequente immagini e situazioni altrimenti la gente potrebbe “annoarsi” e passare ad altro.

Non stupisce quindi che i bambini si distraggano di continuo quando interagiscono col computer, tablet e smartphone perché catturati da un turbinio di immagini e suoni, da un eccesso di stimoli: ma questa “offerta” contrasta con la loro capacità di perseverare in un compito, soffermandosi a elaborarlo.



«Learning to slow down»

Si può contrastare la dipendenza e disattenzione del bambino potenziando la pratica di situazioni “lente” come il rapporto con la natura, le osservazioni scientifiche, l’ascolto di un racconto o di un brano musicale. Altrimenti, il cervello è sopraffatto dagli stimoli e non è in grado di sostenere l’attenzione, in altre parole di fare esperienze significative



Attenzione e coinvolgimento

Il bambino presta attenzione a stimoli che lo incuriosiscono, quando l'osservazione lo coinvolge (una piantina che cresce, un seme che germoglia, un piccolo terrario, un aeroplanino di carta che vola).

Tutte le interazioni concrete coinvolgono la sua curiosità e motivazione, sono all'origine di domande che richiedono una risposta da parte dell'adulto. È la domanda che nasce dall'osservazione e dalla curiosità da cui deve scaturire la spiegazione.

Le sollecitazioni nei confronti del bambino dovrebbero comportare delle richieste di azione, dei verbi che implicino l'attività e il coinvolgimento diretto: “portami, fai, cambia, ecc.”.
(Grazia Honegger-Fresco)



Esperienze: ruolo attivo

Per favorire l'apprendimento bisogna: utilizzare esperienze di breve durata e alternare argomenti e “codici” sensoriali, favorire l'assunzione di un ruolo attivo, spingendo il bambino, ma anche il ragazzo, a individuare ciò che più lo attrae, individuare le associazioni suscitate da un particolare argomento ecc.: tanto più si è coinvolti in prima persona, cioè non si è passivi, tanto più l'attenzione è desta.

Cosa favorisce attenzione e apprendimento ?

- Attività fisica aerobica
- Mancanza di distrazioni
- Esperienze intervallate
- Multimedialità
- Esperienze di gruppo
- Apprendimento recitato

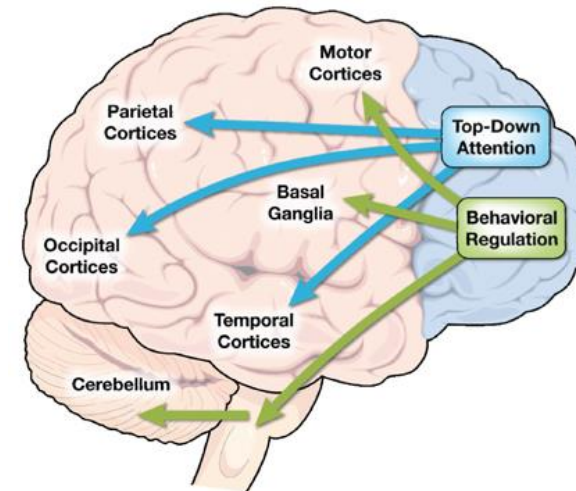
Attenzione e apprendimento

La maggior parte delle persone non analizza le situazioni in modo sistematico. Per superare questo stadio e sviluppare vere capacità di concentrazione e memoria dobbiamo imparare ad **analizzare correttamente i messaggi**, soprattutto quelli visivi.

L'**attenzione selettiva** implica, anzitutto, un coinvolgimento dei sensi. In secondo luogo, si basa sull'individuazione dell'aspetto fondamentale o essenziale del messaggio e delle emozioni che esso suscita, e infine sull'interpretazione razionale.



FIGURE 1
THE PREFRONTAL CORTEX EXERTS "TOP-DOWN" REGULATION OF ATTENTION AND BEHAVIOR



The prefrontal cortex regulates attention and behavior. The prefrontal cortex inhibits processing of distracting stimuli and enhances processing of relevant stimuli through extensive projections to the sensory cortices. The right inferior prefrontal cortex is especially important for inhibiting inappropriate responses. These inhibitory abilities likely involve projections to the premotor and motor cortices, and subcortical structures such as the striatum and subthalamic nucleus, and cerebellar cortices by way of the pontine nuclei. These extensive projections allow the prefrontal cortex to orchestrate behavior and attention in a thoughtful manner.

CERVELLO E MOTRICITA'

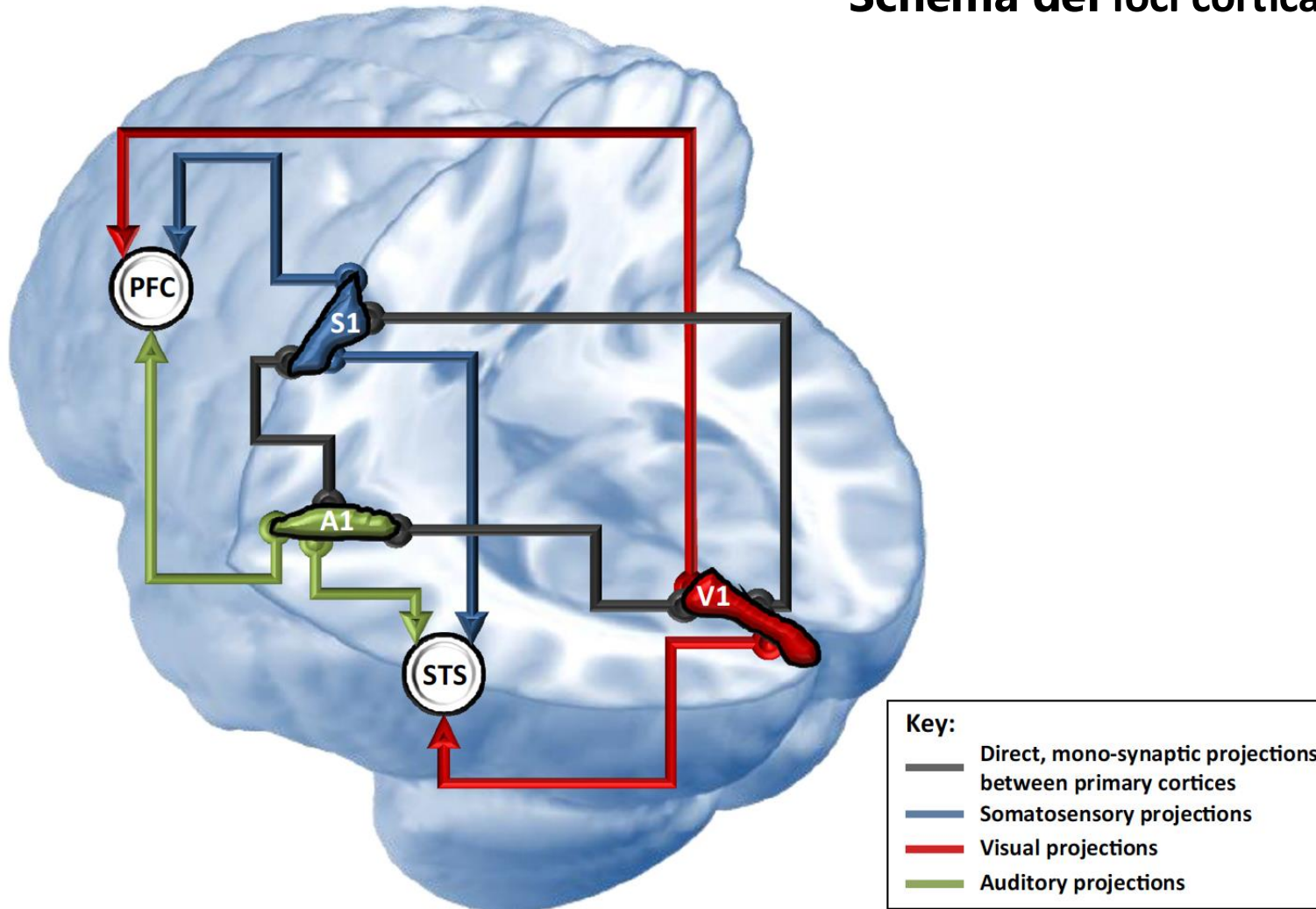


I vantaggi di un cervello multisensoriale

Il nostro mondo comprende una vasta gamma di informazioni codificate in diverse modalità sensoriali. Ciò rappresenta una sfida fondamentale per i sistemi cognitivi, percettivi e motori perché *la moltitudine di input multisensoriali deve essere perfettamente integrata e adeguatamente codificata per formare rappresentazioni percettive coerenti e indurre comportamenti adattivi*. Il sistema nervoso possiede architetture specializzate e meccanismi di elaborazione che consentono la combinazione e l'integrazione di informazioni multisensoriali.

Vedere la bocca dell'oratore può aumentare l'intelligibilità del segnale uditivo di 15 dB. Questa capacità di estrarre informazioni vocali da segnali visivi inizia nell'infanzia quando i bambini iniziano a balbettare e hanno bisogno di imparare il linguaggio nativo, quando devono disambiguare elementi linguistici non usuali e quando stanno imparando due lingue.

Schema dei loci corticali dei processi multisensoriali.



Murray et al. 2016

Le cortecce **visive** primarie (V1), **uditiva** (A1) e **somatosensoriali** (S1) sono indicate rispettivamente in **rosso**, **verde** e **blu**. Le frecce colorate raffigurano uno schema in cui le interazioni sono limitate a cortecce di associazione di livello superiore come la corteccia prefrontale (PFC) e il solco temporale superiore (STS). Le **linee nere** raffigurano uno schema in cui le interazioni avvengono direttamente tra **cortecce di basso livello, comprese quelle primarie**. Oggi ci sono prove a sostegno di entrambi gli schemi. Pertanto, i processi multisensoriali implicano una *combinazione di questi schemi*, che emergono come conseguenza di processi dipendenti sia dallo stimolo sensoriale che dall'esperienza.

Sviluppo e processi multisensoriali

Nel corso dello sviluppo emergono gradualmente abilità e competenze percettive multisensoriali sempre più sofisticate e specializzate. Ad esempio, a partire dalla nascita e continuando nei primi mesi di vita postnatale, i bambini mostrano la capacità di rilevare la **sincronia delle informazioni uditive e visive** non vocali e vocali.

Entro **5 mesi**, i bambini diventano suscettibili all'illusione del linguaggio multisensoriale nota come **effetto McGurk***, che riguarda il legame degli elementi del linguaggio uditivo e visivo.

A **6-9 mesi** di età i bambini iniziano a rilevare il genere e l'affettività come costrutti percettivi multisensoriali interconnessi,

a **8 mesi** iniziano a prestare attenzione selettivamente audiovisive del linguaggio relative alla bocca di chi parla,

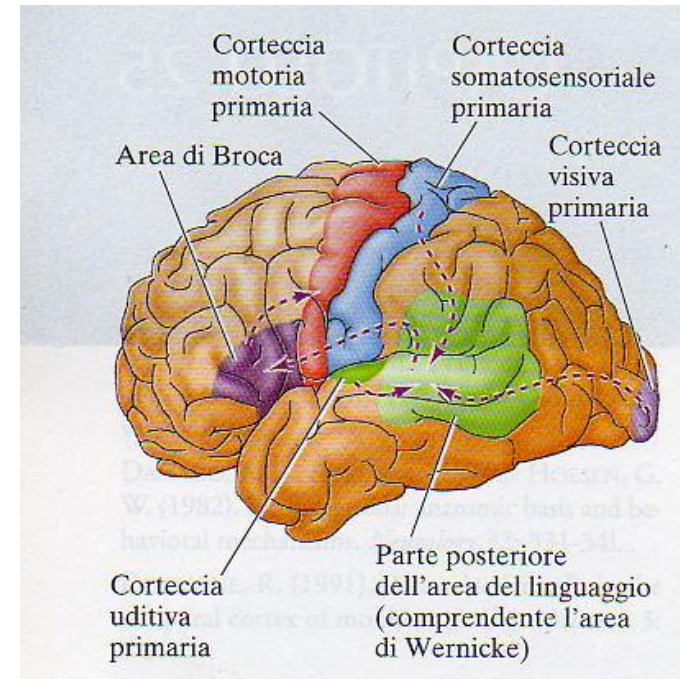
a **12 mesi** iniziano a percepire la coerenza multisensoriale del discorso audiovisivo e l'identità multisensoriale del linguaggio nativo.

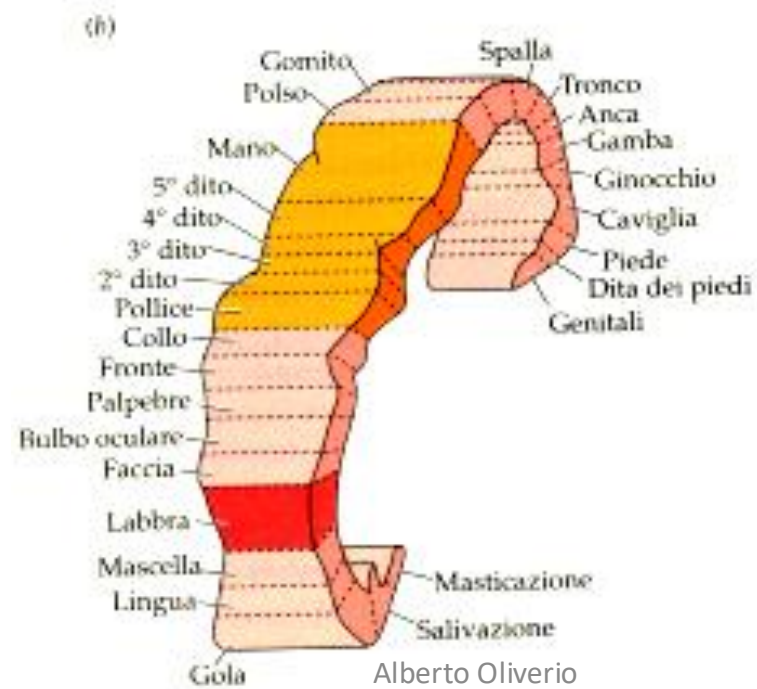
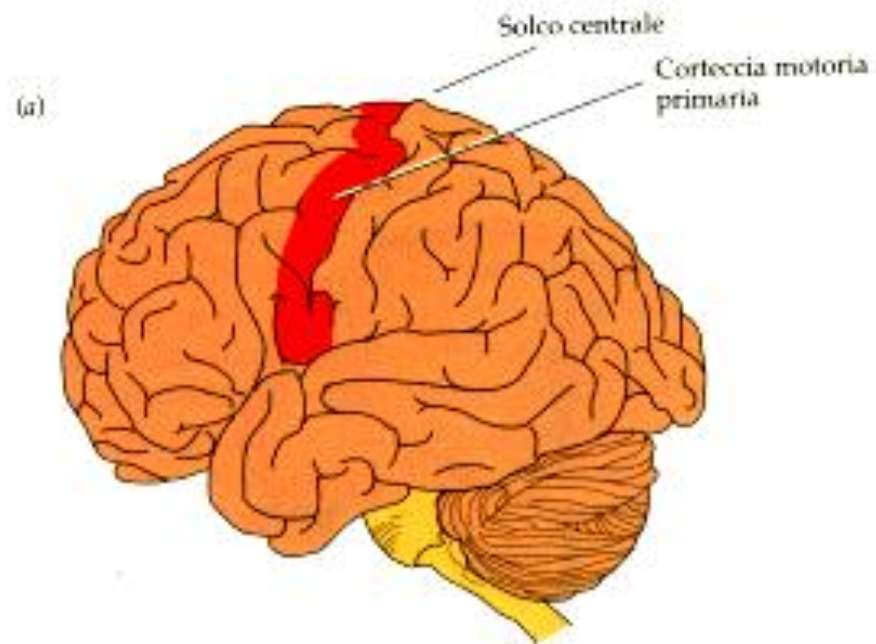
Nel loro insieme,, questi risultati indicano una progressione generale dello sviluppo in cui *la capacità di legare caratteristiche multisensoriali sempre più complesse, di livello superiore, è costruita su una capacità iniziale di legare solo caratteristiche di basso livello.*

*L'effetto McGurk è un'illusione in cui i suoni del parlato sono spesso classificati erroneamente quando i segnali uditivi nello stimolo sono in conflitto con i segnali visivi dal viso dell'oratore.

L'importanza dell'azione.

Nel corso del suo processo evolutivo, il cervello ha bisogno di fare **esperienze tattili e motorie** perché si sviluppino quelle aree sensorimotorie che rappresentano il punto di partenza per la maturazione delle aree superiori, quelle del linguaggio e del pensiero complesso.





Alberto Oliverio

11.1

(a) V
la co
aree
po. (

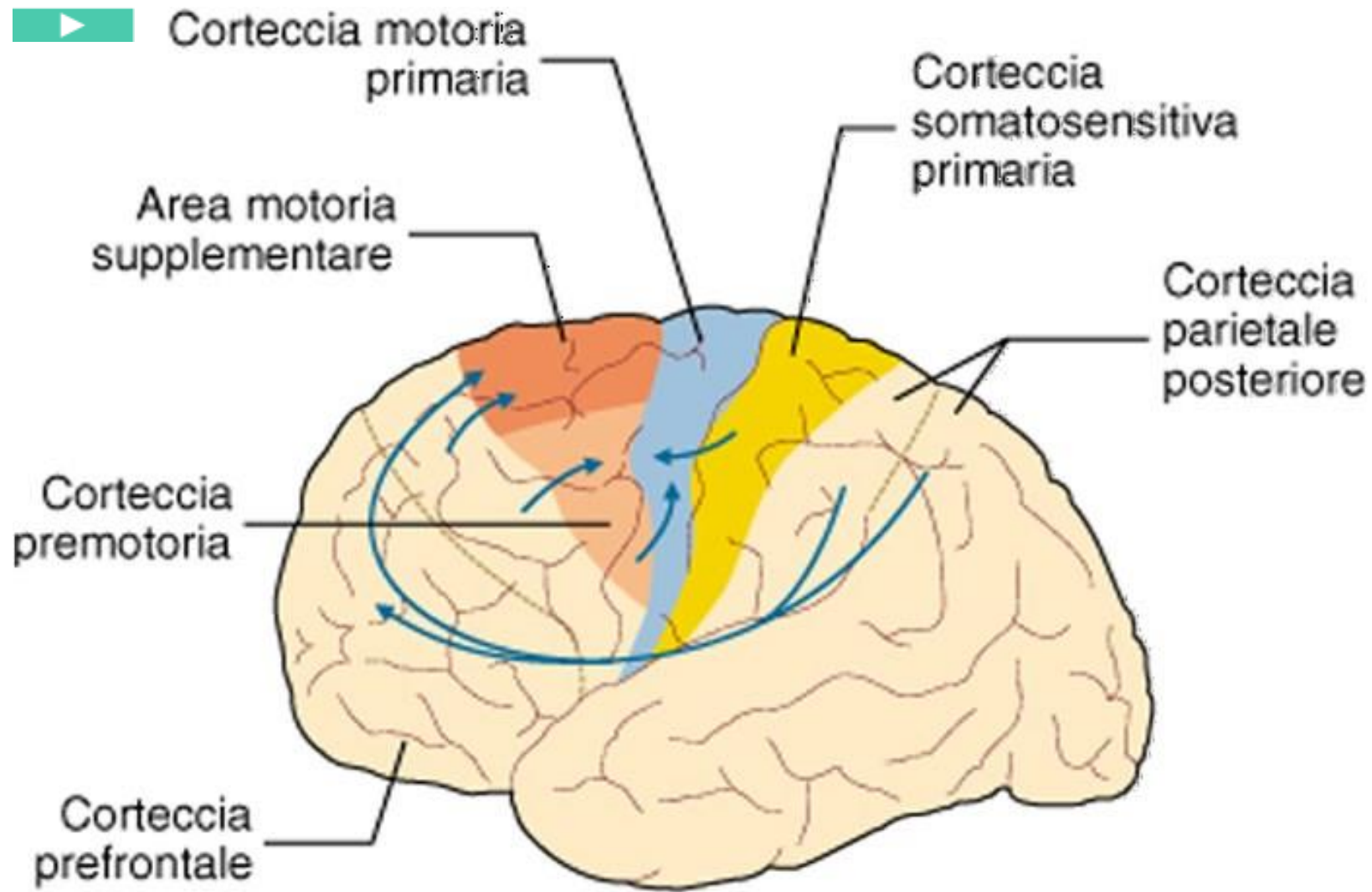
sioni

cibi
tan
mil
lesi
(
cie
cita
ha
no
un
str

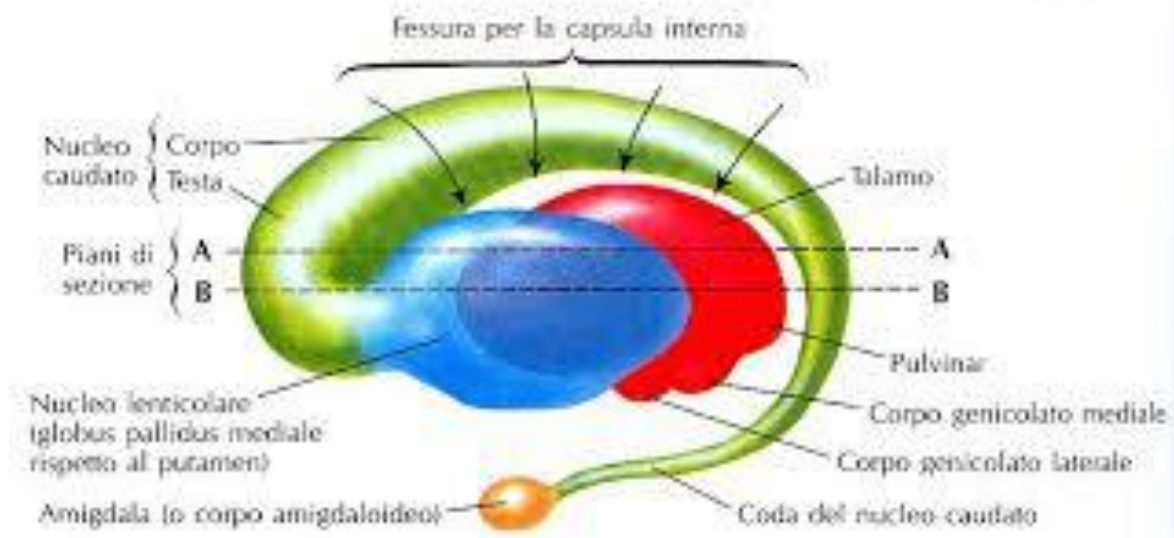
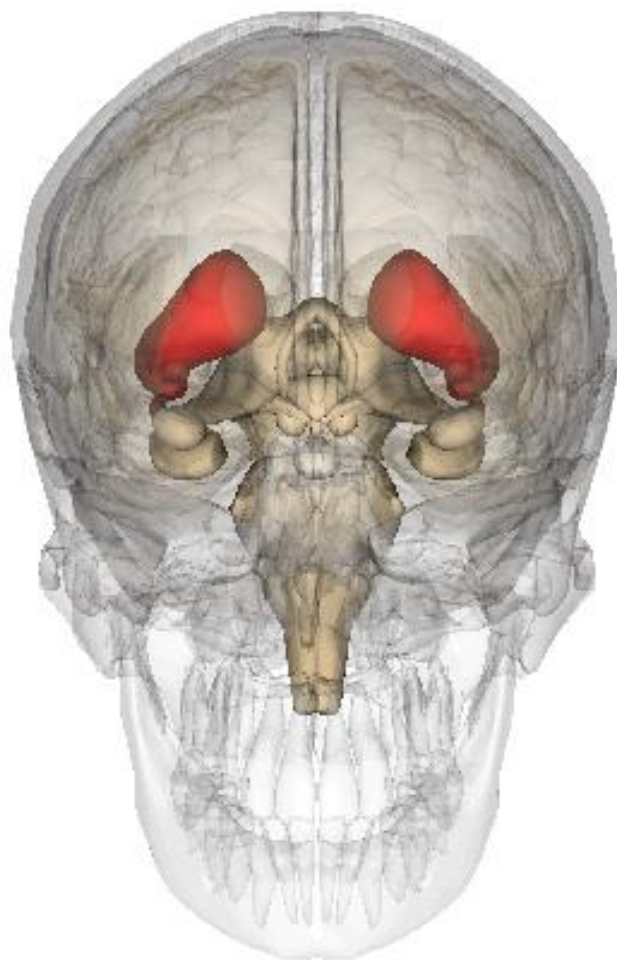
(c)



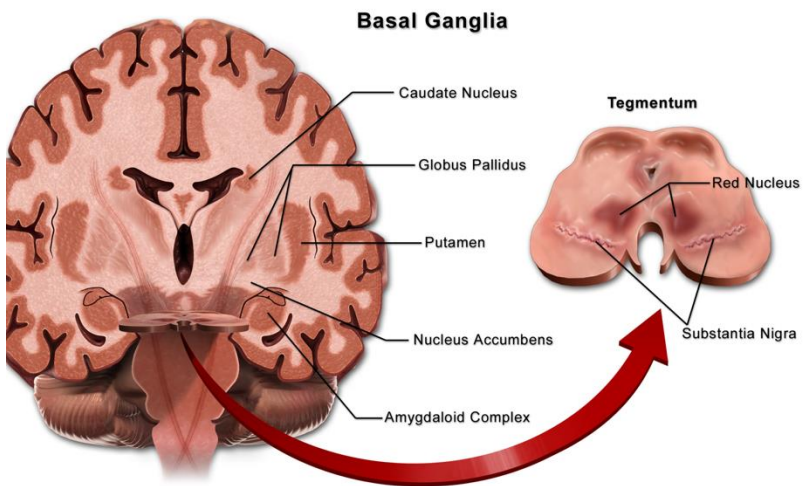
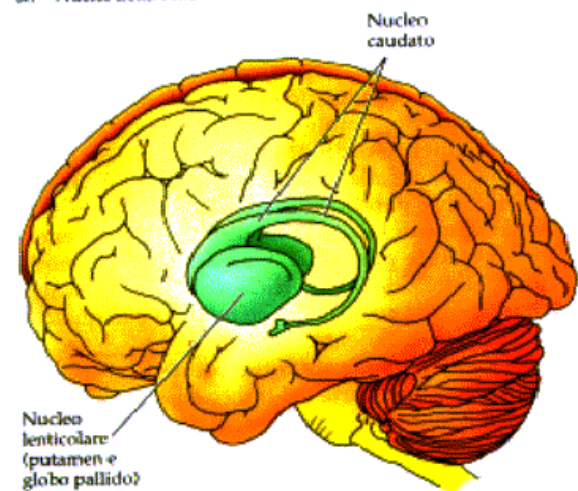
Alberto Oliverio



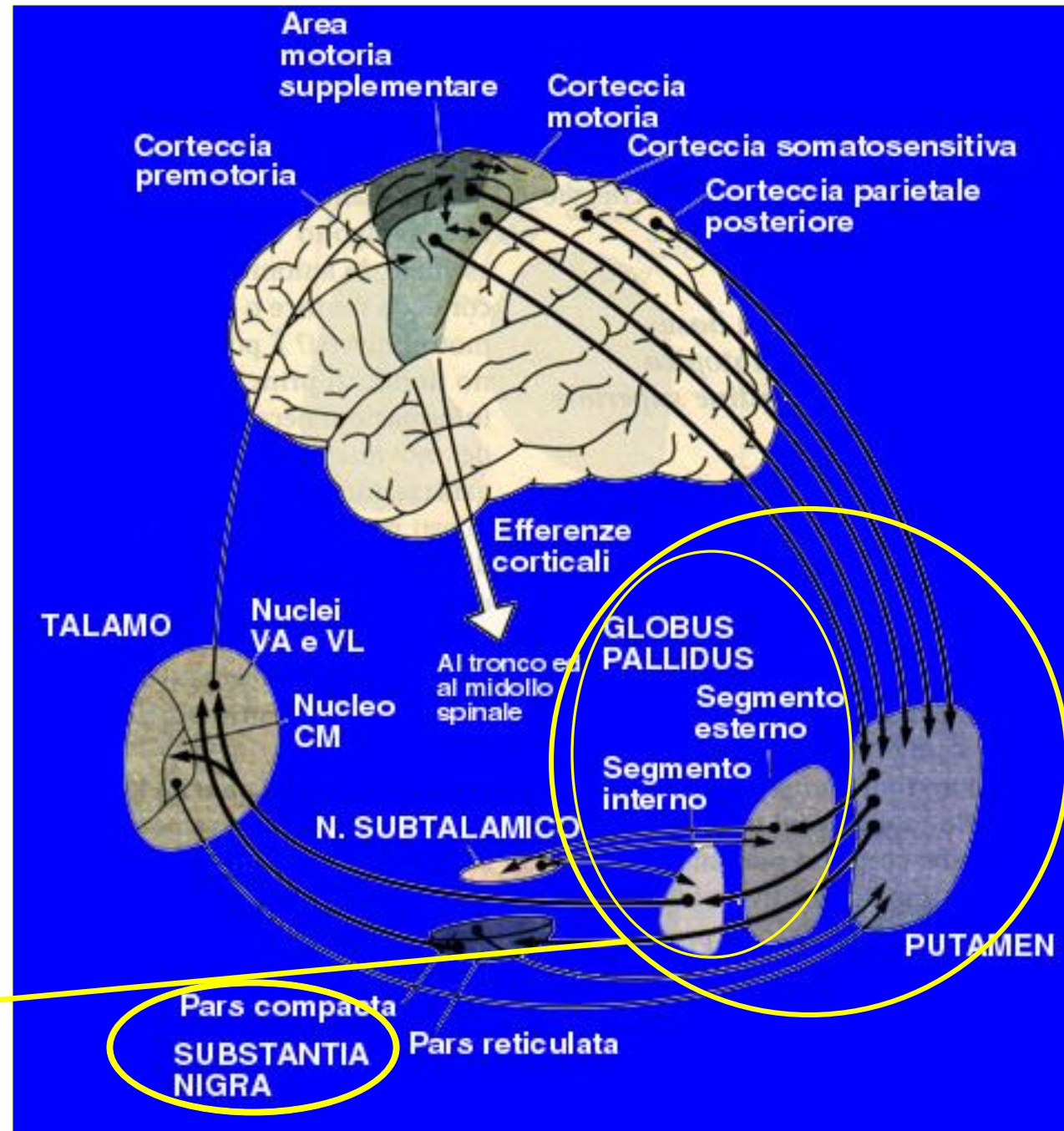
I gangli della base



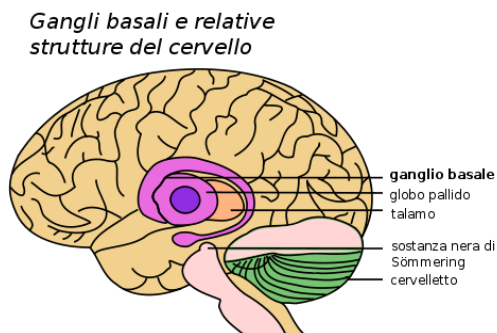
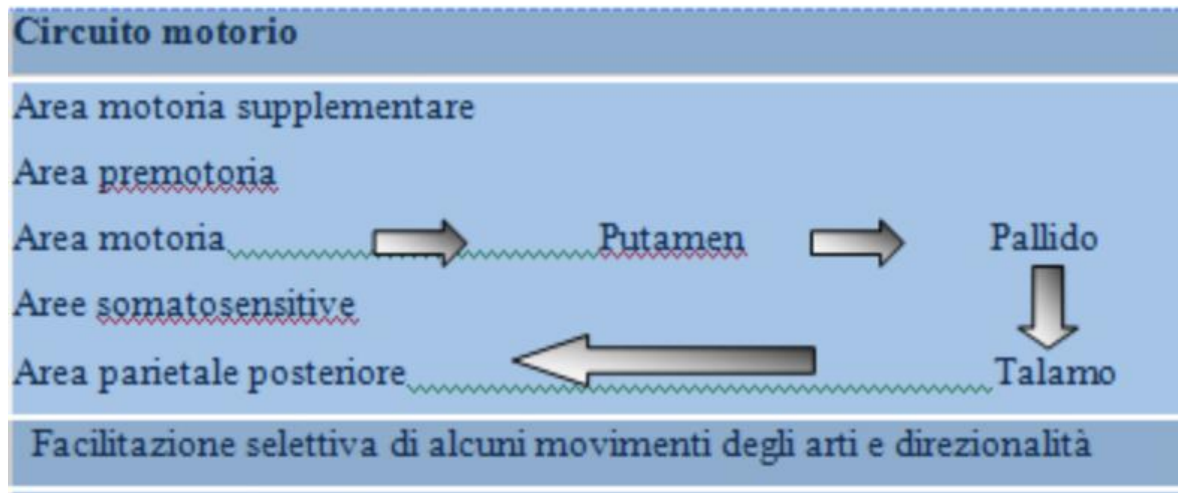
(a) Nuclei della base



STRIATO



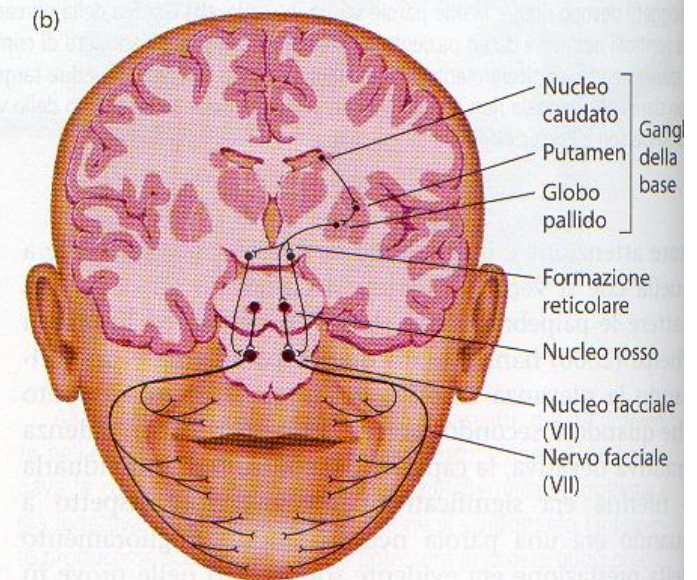
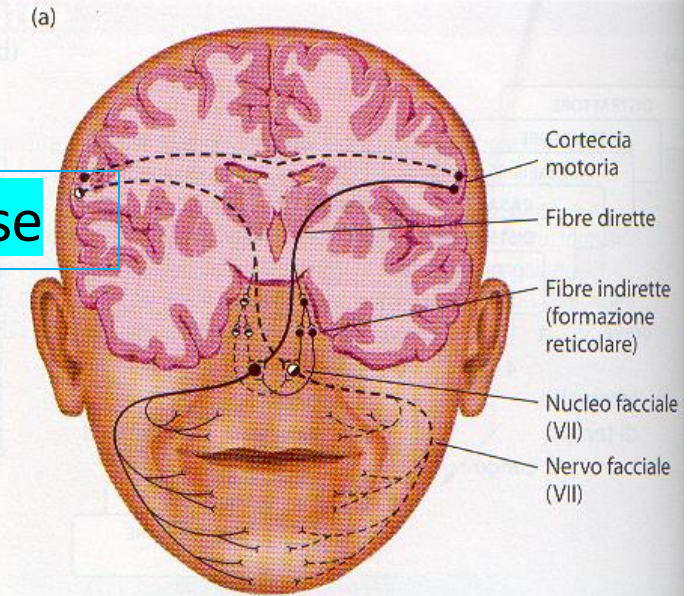
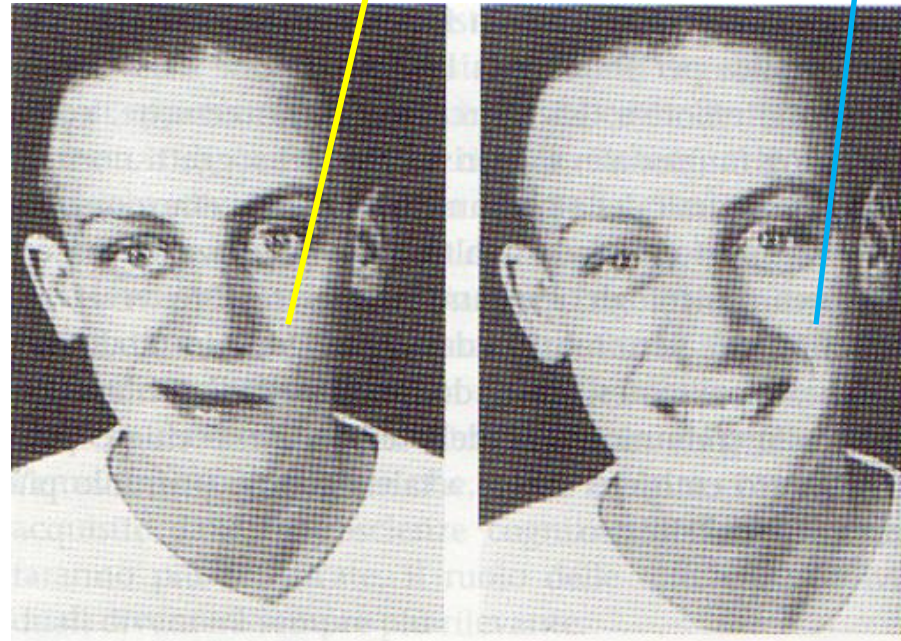
La regolazione del movimento: dall'area motoria della corteccia, al talamo e alla corteccia



I gangli della base sono coinvolti nella pianificazione e programmazione del movimento; scaricano, attraverso il talamo, su aree collegate alla corteccia motoria. Le vie corticospinali forniscono la via finale comune per i motoneuroni.

La via d'ingresso ai gangli della base è lo striato e l'uscita è la parte interna del pallido le cui fibre, assieme a quelle che provengono dalla sostanza nera, proiettano ai nuclei ventrali e centromediano del talamo, che, a sua volta, farà proseguire le informazioni alle regioni prefrontali e all'area premotoria.

Motricità volontaria e automatica: corteccia motoria e gangli della base



13.17 L'espressione facciale volontaria e quella spontanea sono controllate da vie neurali differenti. **(a)** Negli esseri umani le espressioni volontarie che segnalano l'intenzione hanno reti corticali proprie. **(b)** Le reti neurali per le espressioni spontanee coinvolgono circuiti cerebrali più antichi, che sembrano corrispondere a quelli degli scimpanzé

L'IMPORTANZA DELL'AZIONE

A vertical line is positioned to the right of the text. In the bottom right corner of the slide, there is a yellow triangle pointing upwards and to the left, partially overlapping a light gray border.

L'importanza dell'azione: la filosofia

- Chi ha un corpo capace di molte cose, ha una mente la cui massima parte è eterna»

• *Spinoza, Etica (E V, p39)*



- La nostra natura sta nel movimento; il completo riposo è la morte.

Blaise Pascal.



- Se si vuole comprendere veramente un uomo non ascoltare ciò che dice ma osserva ciò che fa.

Maurice Blondel



I segnali corporei hanno un ruolo critico nella costruzione della mente.

- Le tensioni muscolari, le pulsazioni cardiache, le modifiche vegetative sono tutte percezioni che contribuiscono a rappresentare il mondo esterno.
- Il corpo è un costituente essenziale della mente ed è difficile postulare l'esistenza di funzioni simboliche disincarnate.



Il metodo Montessori e la motricità

I bambini sono invitati a *movimenti coordinati, precisi*, educati e in ogni caso ad esercizi di autocontrollo, di autocorrezione, di prudenza e rispetto, facendosi *‘maestri’ del proprio movimento* e padroni del proprio carattere: “Così il bambino avanza nella propria perfezione ed è così che *egli viene a coordinare perfettamente i suoi movimenti volontari*”

(Maria Montessori, *L'Autoeducazione nelle scuole elementari*, 1916 (I edizione Garzanti 1962))



Emmi Pikler, 1902-1984
 DATEMI TEMPO - lo sviluppo
 autonomo dei movimenti nei primi
 anni di vita del bambino Edizioni
 Scientifiche, Bologna, 2015



Muoversi in libertà

Motricità, sviluppo e linguaggio: i movimenti materni

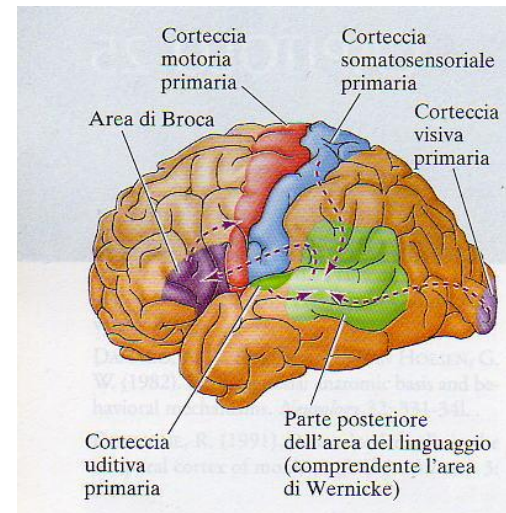
Il mondo di un neonato è scandito dai movimenti materni. L'azione esercita un profondo effetto sulle strutture cognitive. .

I tempi dei movimenti (il prima e il dopo) e le loro conseguenze (nessi di cause e effetto) sono alla base delle categorie temporali e causali delle strutture linguistiche.

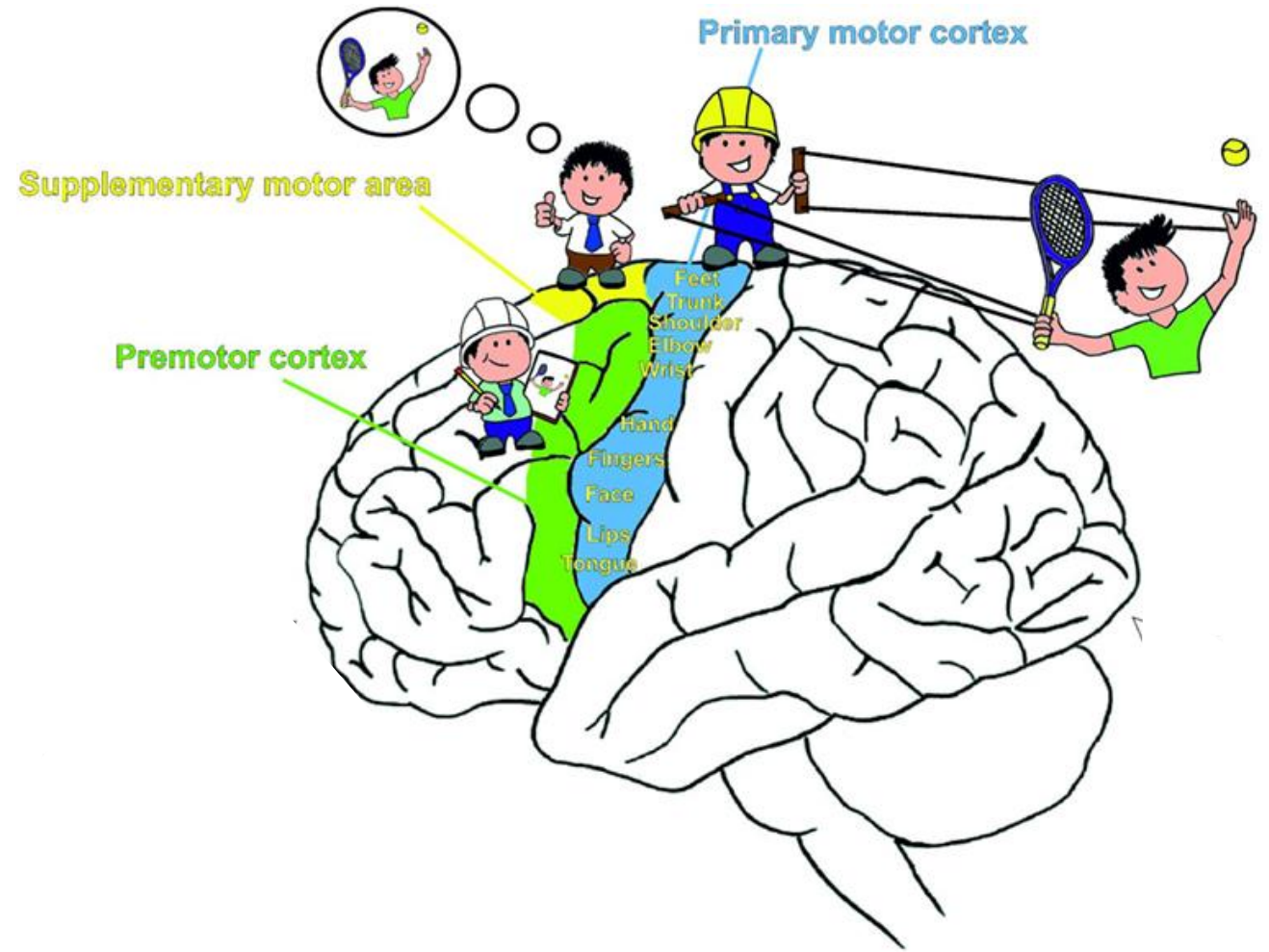


L'importanza dell'azione.

Nel corso del suo processo evolutivo, il cervello ha bisogno di fare **esperienze tattili e motorie** perché si sviluppino quelle aree sensorimotorie che rappresentano il punto di partenza per la maturazione delle aree superiori, quelle del linguaggio e del pensiero complesso.



Un'azione è compresa perché la rappresentazione e motoria di quell'azione è attivata nel nostro cervello





Strategie
evolutive
sinergiche e
globali



I movimenti di un singolo dito, come l'indice, sono caratterizzati dall'attivazione di tutta l'area della mano a livello della corteccia. In realtà, il movimento di un solo dito richiede un maggior controllo rispetto a quello di tutta la mano quando, ad esempio, afferra un oggetto. Nei movimenti di un singolo dito alcuni neuroni motori devono *inibire* l'attività delle altre dita che è naturalmente coordinata.

LE DITA E IL CALCOLO



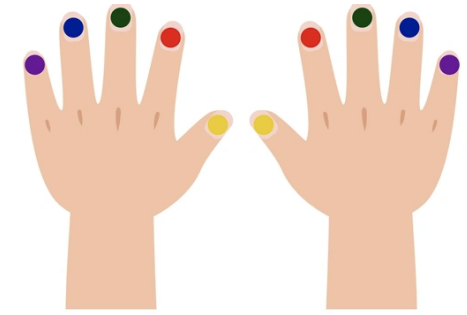
Rappresentazione cerebrale delle dita e calcolo

Quando bambini di 6 anni migliorano la qualità della loro rappresentazione delle dita, migliorano anche le competenze aritmetiche, in particolare abilità come il conteggio e l'ordinamento dei numeri.

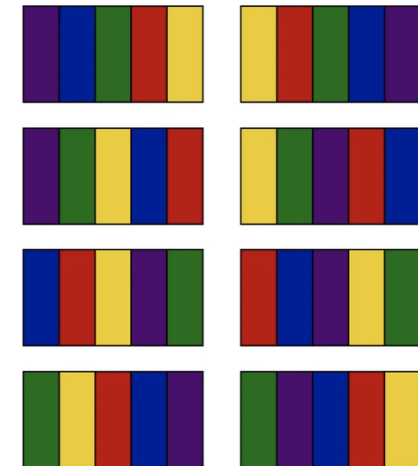
La qualità della rappresentazione delle dita di bambini di 6 anni è il migliore predittore delle prestazioni future nei test di matematica rispetto ai loro punteggi nei test di elaborazione cognitiva.

Rappresentazione cerebrale delle dita e calcolo

Gli insegnanti dovrebbero incoraggiare l'uso delle dita tra gli studenti più giovani e consentire agli studenti di qualsiasi età di rafforzare questa capacità cerebrale attraverso il conteggio e l'uso delle dita. Possono farlo coinvolgendo gli studenti in una serie di attività in classe e a casa, come ad esempio:



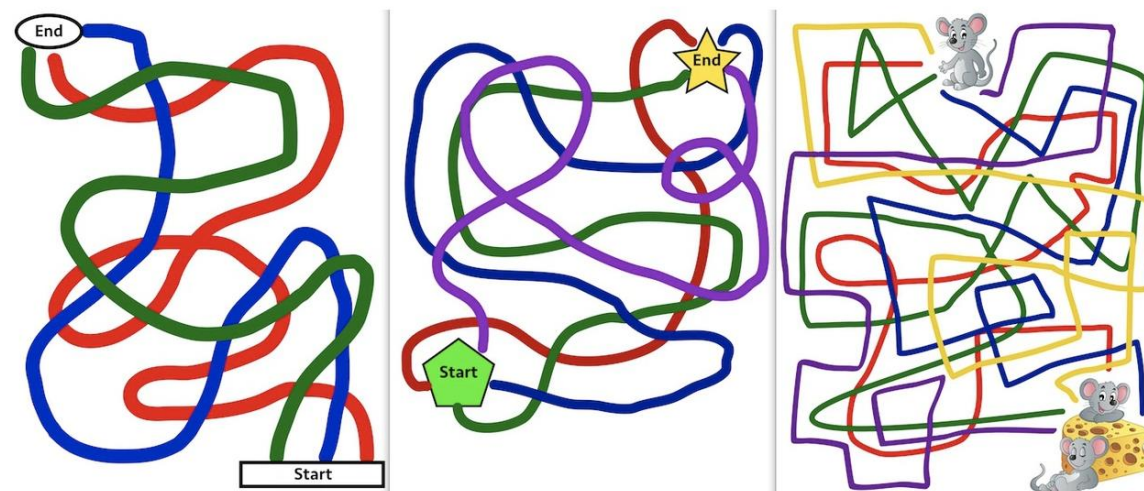
youcubed.org



youcubed.org

Rappresentazione cerebrale delle dita e calcolo

Marcare le dita dei bambini con dei puntini colorati chiedere loro di seguire le linee su labirinti sempre più difficili



youcubed.org

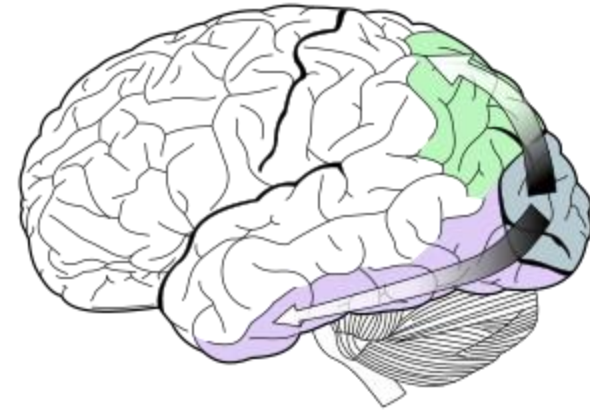
La componente visiva della matematica

Quando vengono affrontati problemi matematici, l'attività cerebrale è distribuita tra reti diverse, che includono aree delle vie ventrale e dorsale, entrambe visive.

- Le due correnti dalla corteccia visiva primaria:

- la corrente dorsale inizia nella corteccia V1, attraversa l'area V2 e in seguito giunge all'area dorsomediale e in seguito alla corteccia parietale posteriore. Spesso definita come la "via del dove" è associata al movimento, alla rappresentazione spaziale della posizione degli oggetti, e al controllo di occhi e braccia.

- La corrente ventrale inizia nella corteccia V1 (peri scissura calcarina), va verso l'area visiva V2, poi verso l'area visiva V4, e raggiunge la corteccia temporale inferiore. La corrente ventrale, definita come la "via del cosa", si associa al riconoscimento delle forme e alla rappresentazione degli oggetti.



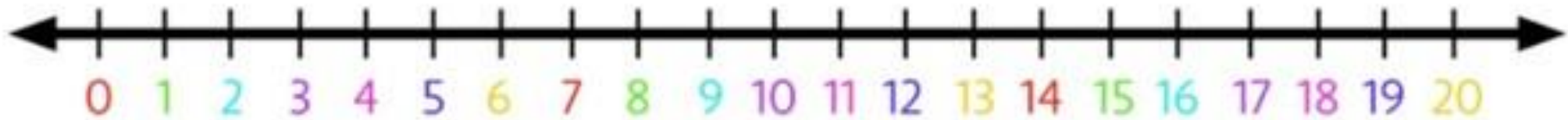
La via dorsale (in verde) e la via ventrale (in porpora). Queste vie originano dalla corteccia visiva primaria.

La componente visiva della matematica

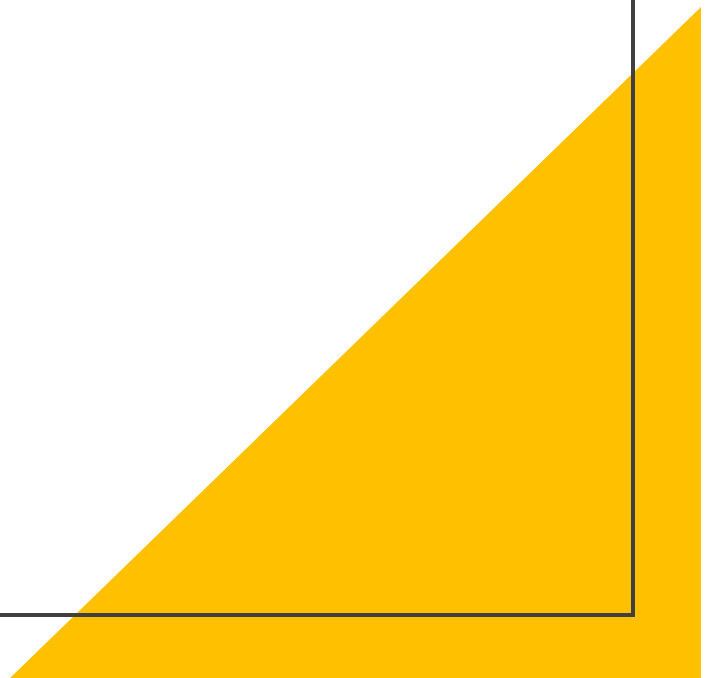
Il neuroimaging ha dimostrato che anche quando le persone lavorano su un calcolo numerico, come 12×25 , con cifre simboliche (12 e 25) il nostro pensiero matematico è fondato sull'elaborazione visiva.

La componente visiva della matematica

Un esempio dell'importanza della «matematica visiva» viene da uno studio che mostra che dopo quattro sessioni di 15 minuti di gioco con una linea numerica, le prestazioni matematiche migliorano



MOTRICITA' E APPRENDIMENTO



Motricità e apprendimento

L'apprendimento, nell'età infantile, nasce dal fare, dal coinvolgimento motorio e dalla concretezza, non dall'astrazione.

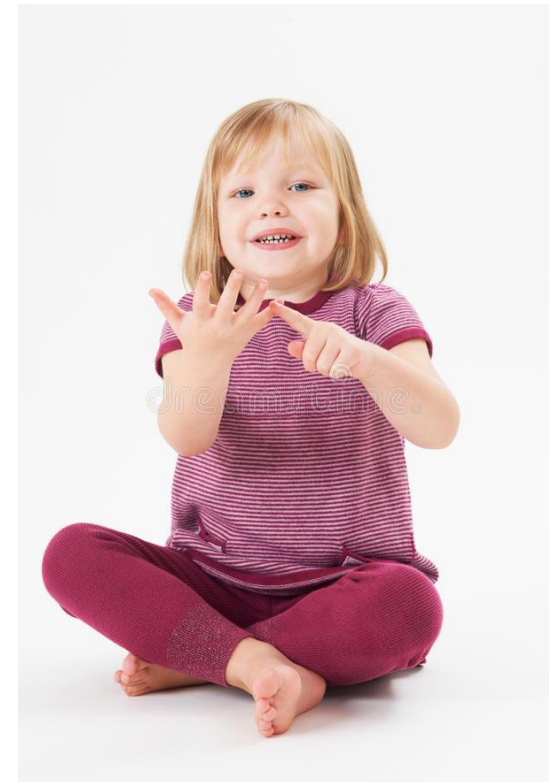
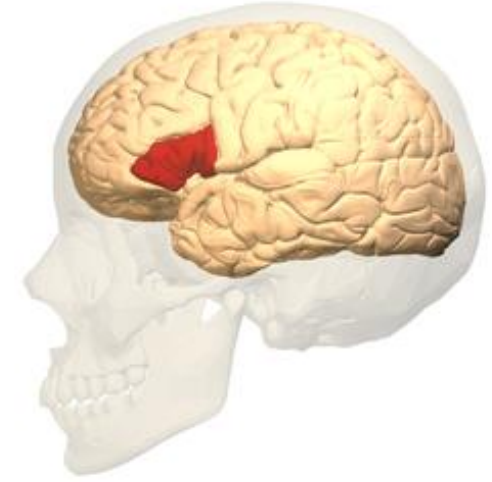
I movimenti messi in atto quando si modifica una qualche realtà (afferrare, prendere, sollevare, lanciare ecc.) mettono in gioco quelle che vengono definite “memorie procedurali”, memorie robuste, precoci, di lunga durata, mentre le “memorie dichiarative”, legate al linguaggio, si strutturano in età più tardive, sono più labili e fragili.

Ogni apprendimento che coinvolga il movimento e l'azione diretta innesca successivamente delle memorie dichiarative, il fare dà luogo più facilmente a schemi e concetti generali. Grazia Honegger Fresco



Muoversi e imparare

Non bisogna mai dimenticare che una delle aree fondamentali del linguaggio, l'area di Broca, controlla l'esecuzione dei movimenti vocali ma anche la mano: parlare e agire hanno in sé aspetti comuni che parlano della fisicità della nostra mente.



MOTRICITA' E PROCESSI COGNITIVI

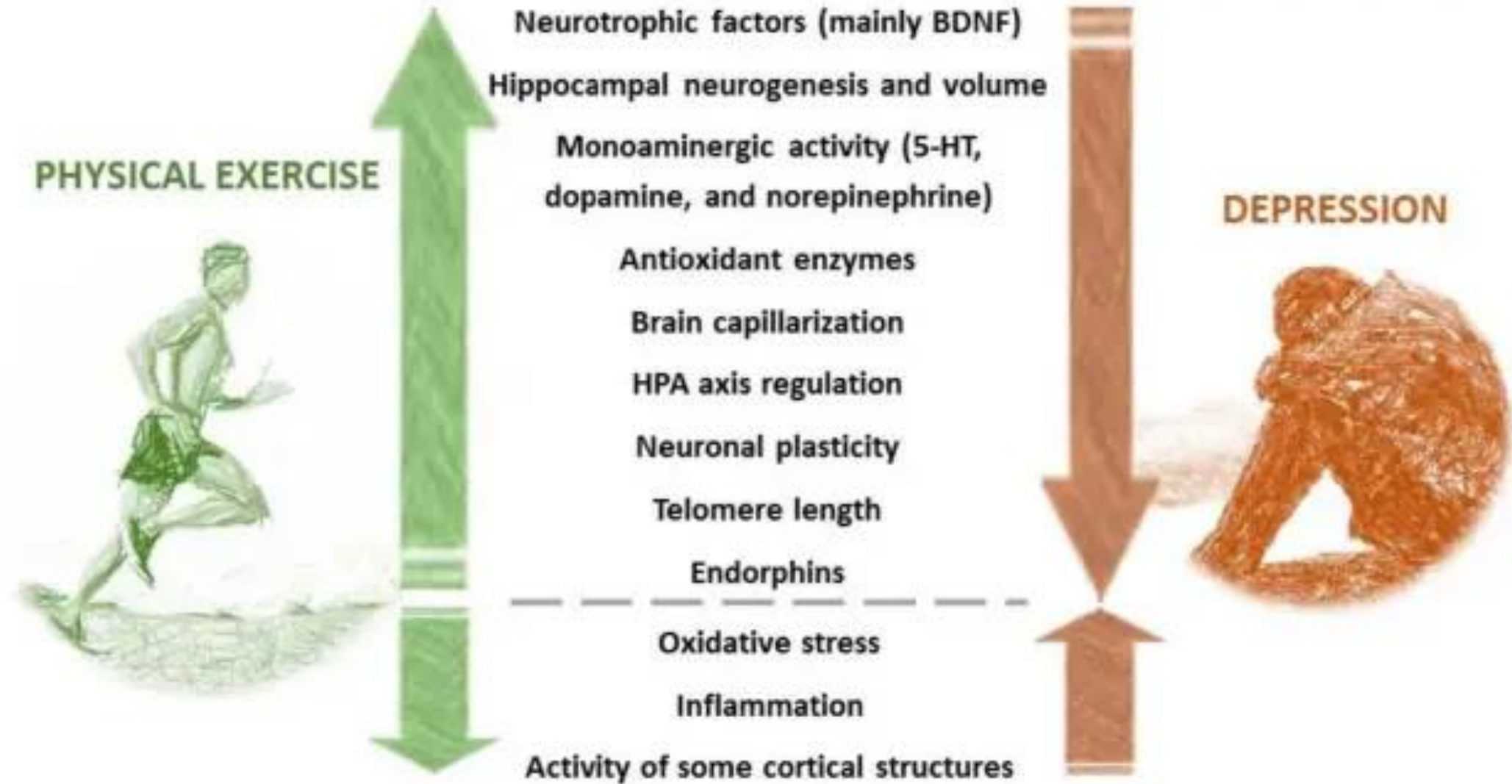
Esistono chiari rapporti tra **attività fisica aerobica** (correre, andare in bicicletta, inseguirsi, praticare giochi di movimento) e il **funzionamento dell'ippocampo e della corteccia prefrontale**.

L'esercizio fisico migliora le funzioni cognitive perché agisce sui processi di **plasticità cerebrale**: esso stimola la formazione di nuovi capillari sanguigni, la produzione di contatti sinaptici tra le cellule nervose e può addirittura portare a un aumento della generazione di nuovi neuroni nell'ippocampo grazie alla produzione di BDNF*.

Effetti positivi particolarmente evidenti nel corso dell'infanzia e dell'adolescenza, quando il cervello si sta ancora sviluppando, soprattutto per quanto riguarda la **corteccia prefrontale** che è una delle ultime parti che maturano nel corso dello sviluppo.

* Brain-derived neurotrophic factor

Motricità e risposte umorali

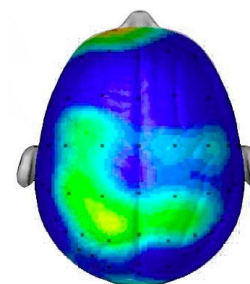


Attività aerobica e concentrazione

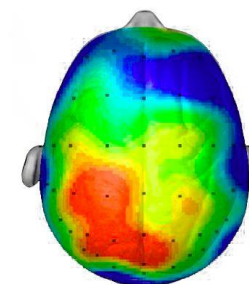
Dopo meno di 30 minuti di attività fisica aerobica (correre) la capacità di concentrazione migliora notevolmente: queste conoscenze dovrebbero tradursi in un'anticipazione dell'ora di educazione fisica all'inizio della giornata scolastica o nel fare brevi pause di attività fisica nel corso delle ore scolastiche. Più in generale, si è visto che **nei bambini che presentano deficit di attenzione la pratica di esercizi basati sul controllo motorio aumenta le capacità di concentrazione.**



Media di 20 bambini



A riposo



dopo 20 min.
passeggiata



Rappresentazioni motorie e apprendimento

L “**apprendimento recitato**” favorisce le associazioni tra rappresentazioni motorie e apprendimento. La tecnica sfrutta il fatto che **le memorie motorie sono particolarmente robuste** mentre **quelle semantiche** (per esempio, le memorie legate al significato delle parole) **sono più fragili**.

L’apprendimento recitato è stato utilizzato per migliorare l’apprendimento di una seconda lingua

DAL LINGUAGGIO ALLA SCRITTURA

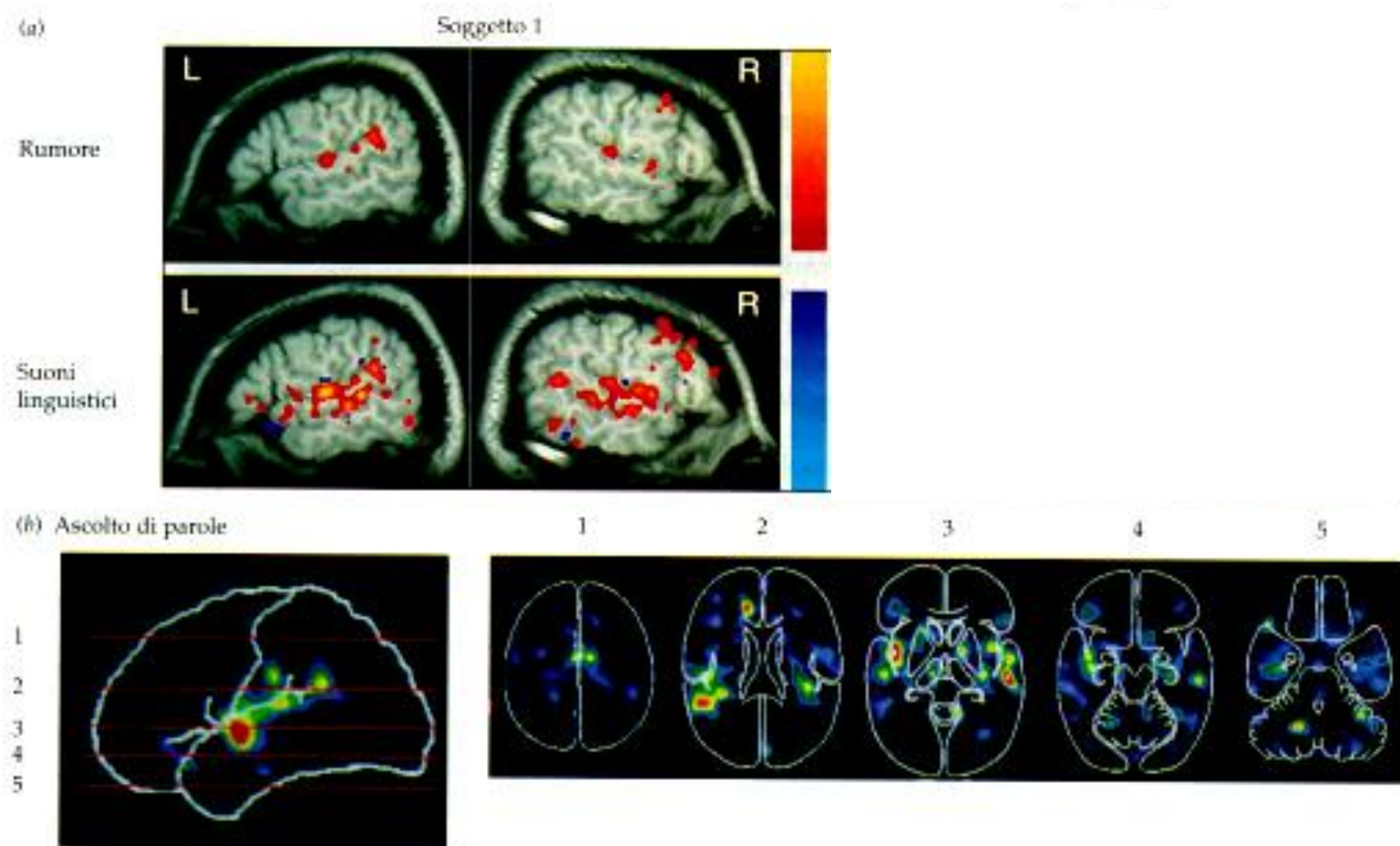


A**B**

Esiste un rapporto tra sedersi, raggiungere un oggetto e futura acquisizione del linguaggio (bambini di 3 mesi di età)

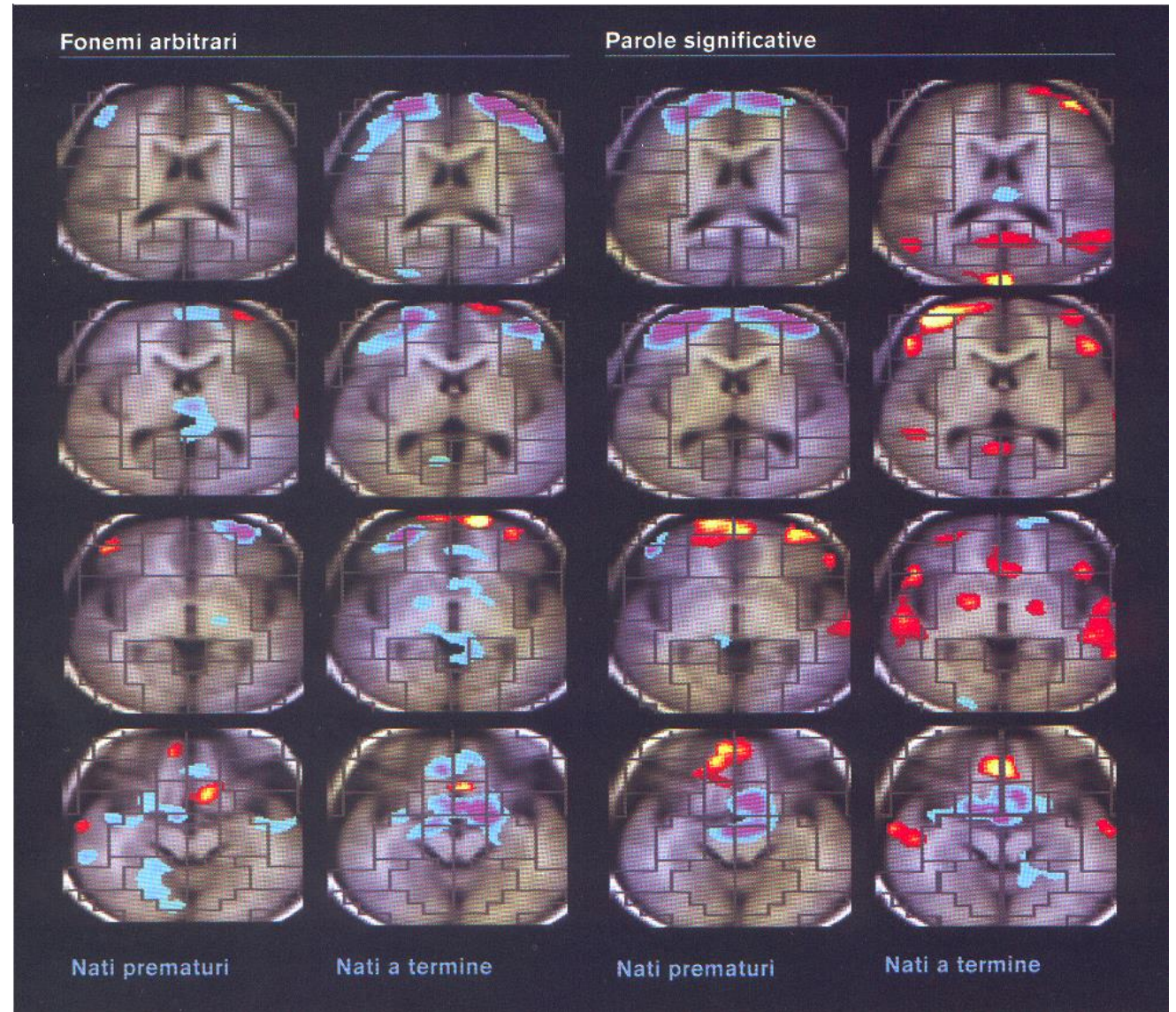
Libertus K. e Violi D. A. (2016) Sit to Talk: Relation between Motor Skills and Language Development in Infancy . Frontiers in Psychology 7, 475.482 DOI=10.3389/fpsyg.2016.00475 Alberto Oliverio

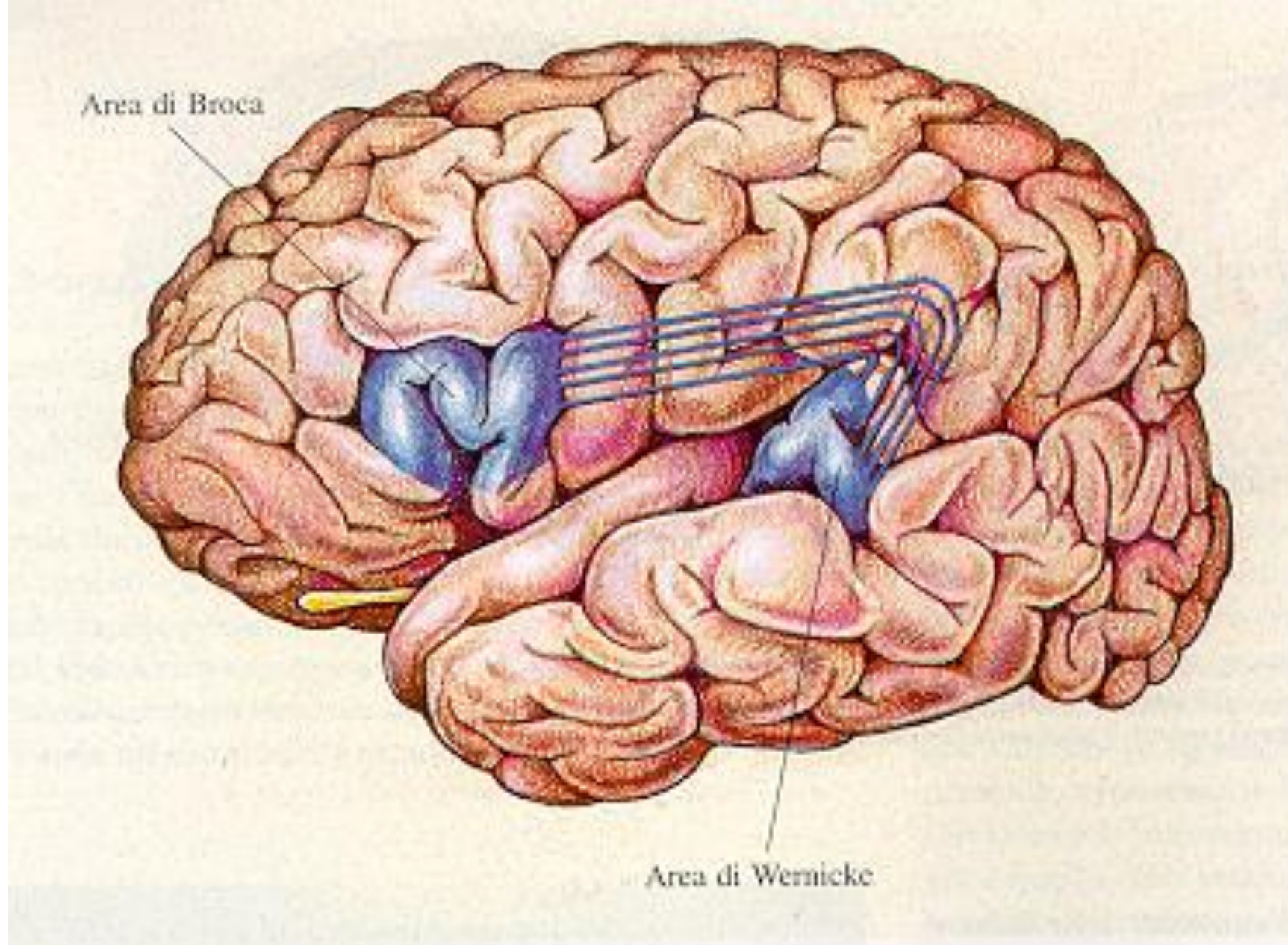
Il cervello discrimina tra rumore e suoni linguistici



ELABORAZIONE DEL LINGUAGGIO

I **bambini nati prematuramente** hanno più problemi a elaborare il linguaggio di quelli nati a termine. Le due colonne a sinistra mostrano l'attività cerebrale di bambini nati prematuri e a termine che ascoltano sequenze arbitrarie di fonemi, o parole senza senso; le due colonne a destra indicano l'attività del cervello di bambini che ascoltano parole significative. L'attività cerebrale dei bambini prematuri che ascoltano un linguaggio significativo assomiglia a quella dei bambini normali che ascoltano parole senza senso.

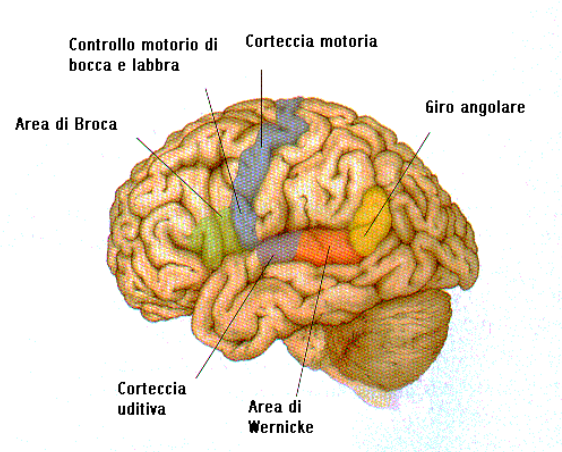




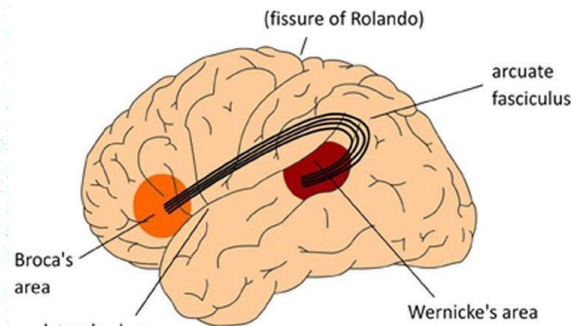
Broca e Wernicke: le afasie a metà '800

Alberto Oliverio

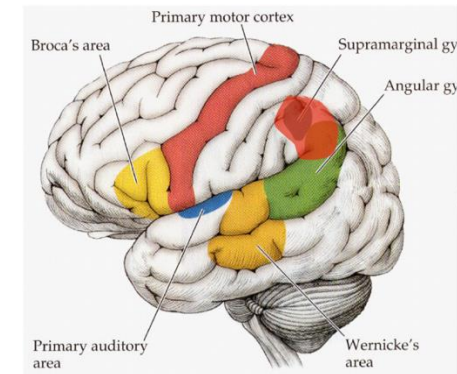
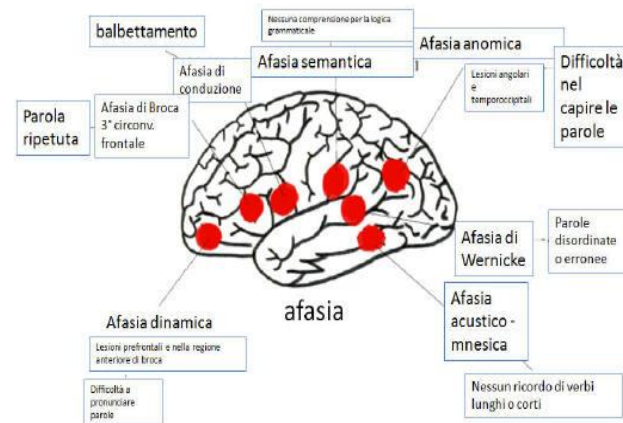
Alcune funzioni, come il linguaggio, dipendono da numerose strutture nervose



Modello classico



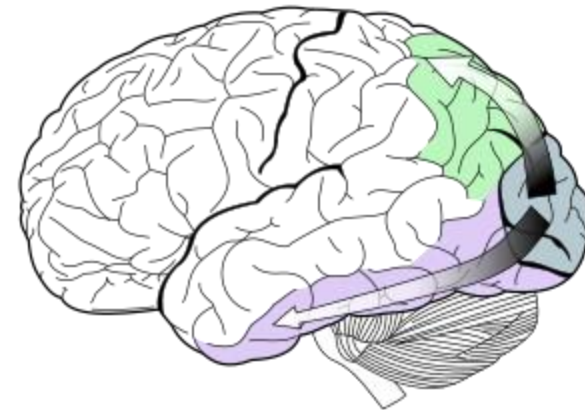
Geschwind, 1965



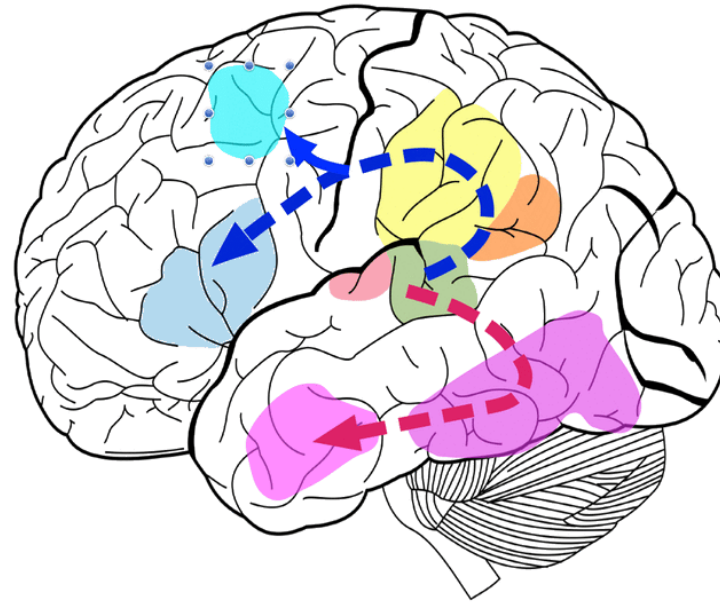
Un'alterazione della circonvoluzione sopramarginale compromette l'ordine degli elementi sonori di una parola

DUE FLUSSI DI INFORMAZIONE O CORRENTI

- Le **due correnti dalla corteccia visiva primaria**:
 - la corrente dorsale inizia nella corteccia V1, attraversa l'area V2 e in seguito giunge all'area dorsomediale e in seguito alla **corteccia parietale posteriore**. Spesso definita come la "**via del dove**" è associata al movimento, alla rappresentazione spaziale della posizione degli oggetti, e al controllo di occhi e braccia.
 - La corrente ventrale inizia nella corteccia V1 (peri scissura calcarina), va verso l'area visiva V2, poi verso l'area visiva V4, e raggiunge la corteccia temporale inferiore. La corrente ventrale, definita come la "**via del cosa**", si associa al riconoscimento delle forme e alla rappresentazione degli oggetti. Si associa anche con l'immagazzinamento nella memoria a lungo termine.



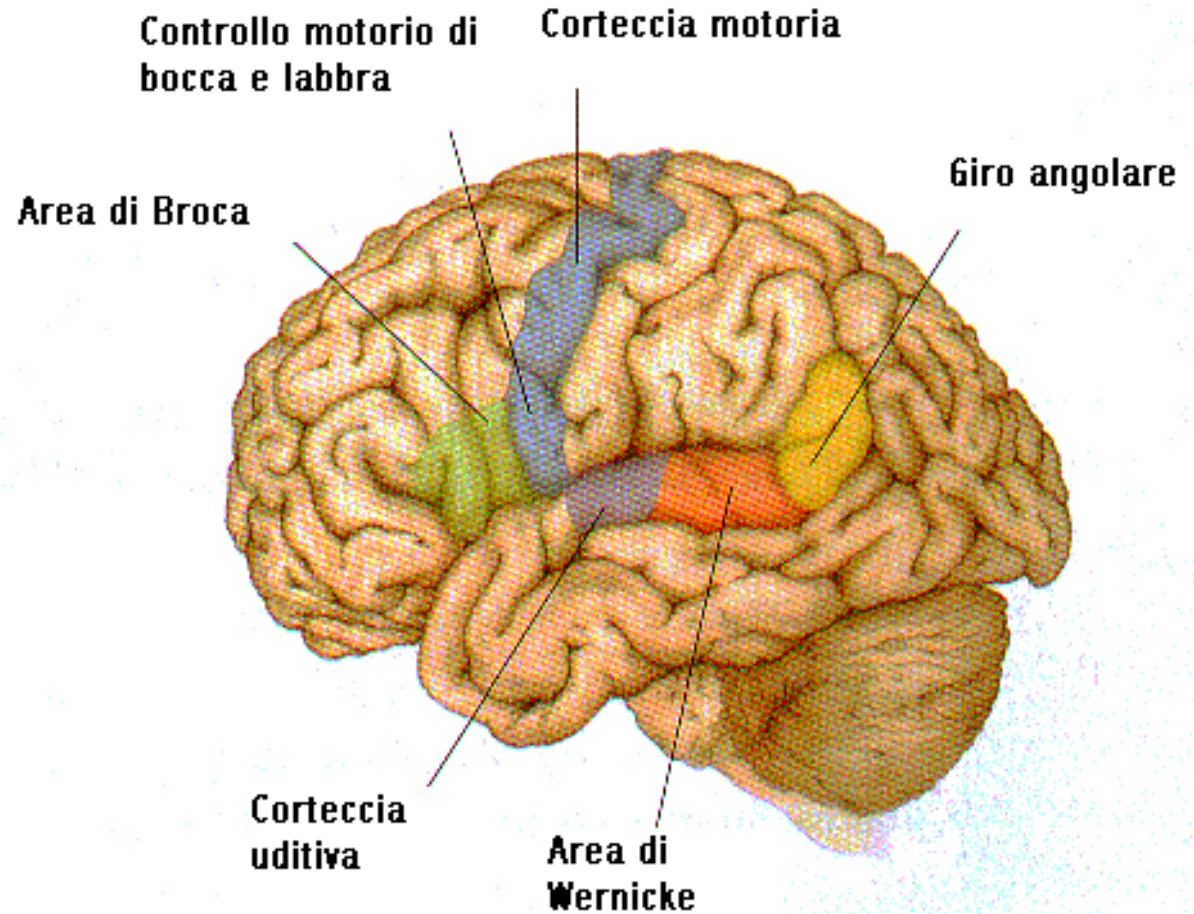
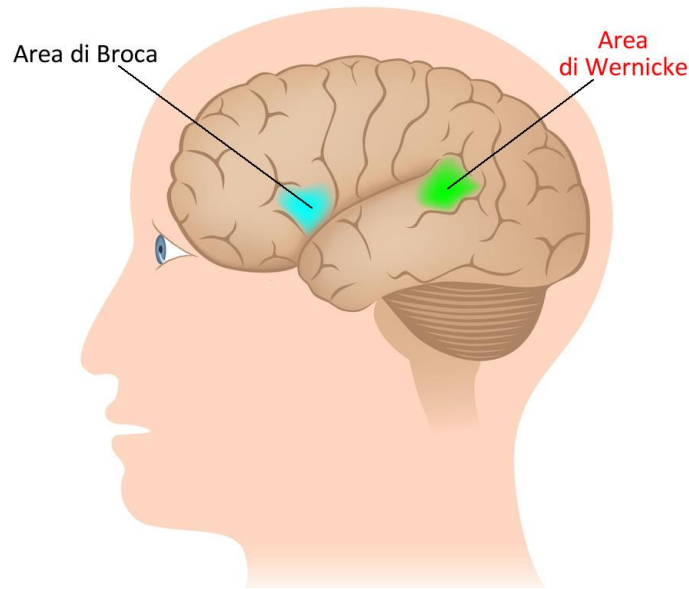
La via dorsale (in verde) e la via ventrale (in porpora). Queste vie originano dalla corteccia visiva primaria.



	Angular Gyrus
	Supramarginal Gyrus
	Broca's Area
	Wernicke's Area
	Primary Auditory Cortex

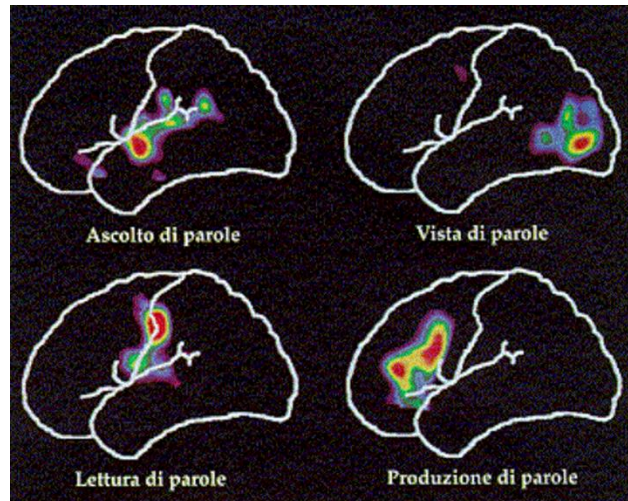
Modelli classici" e "Dual Stream" di elaborazione del linguaggio. Il **modello classico** è centrato sulle aree (recettiva) e (espressiva) di Wernicke e Broca. Il **modello "Dual stream"** incorpora queste aree in un flusso ventrale (rosso) per la comprensione e un flusso dorsale (blu) per l'articolazione.

Alcune funzioni, come il linguaggio, dipendono da una lunga storia evolutiva di strutture nervose specifiche

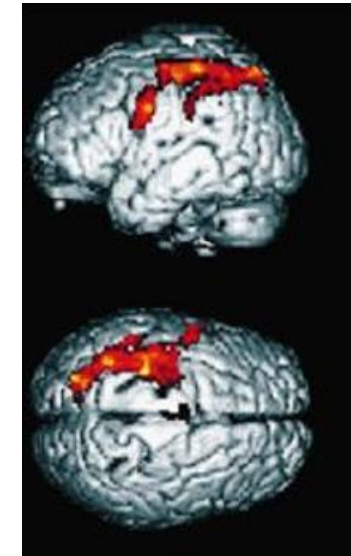


Altre funzioni, come la scrittura, risalgono a tempi molto recenti e non hanno quindi una storia evolutiva.

La scrittura si basa sul «riciclaggio» di aree preposte ad altre funzioni, la corteccia parietale da cui dipende l'orientamento spaziale.



Attivazione della corteccia fronto-temporale nel corso del linguaggio



Attivazione della corteccia parietale nel corso della scrittura

La scrittura:

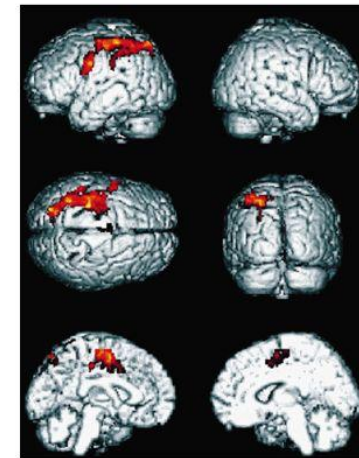
La corteccia parietale si attiva sia in risposta a stringhe di lettere coerenti, vale a dire a parole dotate di significato, sia anche a stringhe di lettere incoerenti, prive di significato.

Scrivere una parola significa tracciare dei segni verso l'alto, in basso, a destra e a sinistra, vale a dire utilizzare competenze spaziali che dipendono, appunto, dal lobo parietale.



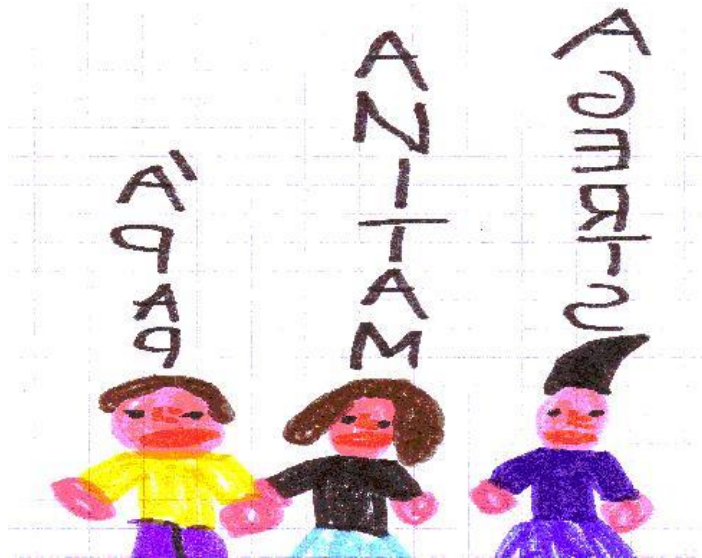
Corteccia parietale superiore e scrittura

- Activation – Left
 - Superior and inferior parietal cortex
 - Supplementary motor cortex
 - Premotor cortex
 - Sensorimotor cortex
- Activation – Right
 - No Significant sites of activation



Surface Rendering

Scrittura e lettura speculari



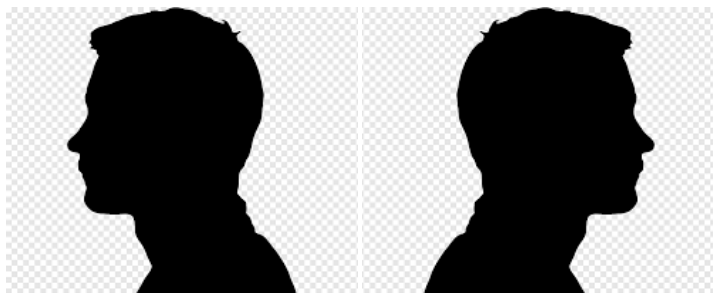
→ ΦΑΝΟΔΙΚΟ
 ← ΚΟΜΒΟΤΙΜΕ
 → ΡΑΤΕΟΣΤΟ
 ← ΗΗΗΚΟΝΗ
 → ΣΙΟΚΡΗΤΗΡ
 ← ΧΟΠΥΙΑΚ:ΔΑ
 → ΡΗΤΗΡΙΟΝ:Κ
 ← ΠΙΖΕ:ΝΟΜΘΗΙΑ
 → ΡΥΤΑΝΗΙΟΝ
 ← ΕΥΚΕΝ:ΣΥΚΕ
 → ΕΥΣΙΝ



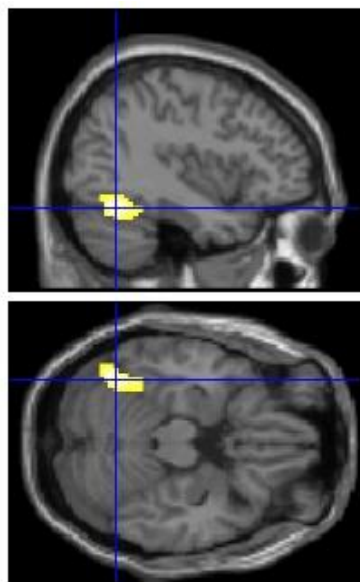
Iscrizioni antiche le cui linee andavano alternativamente da sinistra a destra e da destra a sinistra

Spiegazione degli errori speculari

- Il nostro cervello contiene un meccanismo di riconoscimento visivo invariante, che si è evoluto per riconoscere oggetti e volti, indipendentemente dal loro orientamento.



MAMMA AMMAM



Innescamento speculare
per le immagini

Questa generalizzazione speculare deve essere disappresa quando impariamo a leggere.

Impariamo a riconoscere le lettere con la regione che presenta la più grande capacità di generalizzazione in immagine speculare. Non sorprende che tutti i bambini abbiano difficoltà con le lettere speculari.

Elaborazione olistica dei volti

- L'illusione Thatcher



The Thatcher illusion. From Thompson, P. (1980). Margaret Thatcher: A new illusion. *Perception*, 9, 483–484. Copyright © Pion Limited. Reproduced with permission..

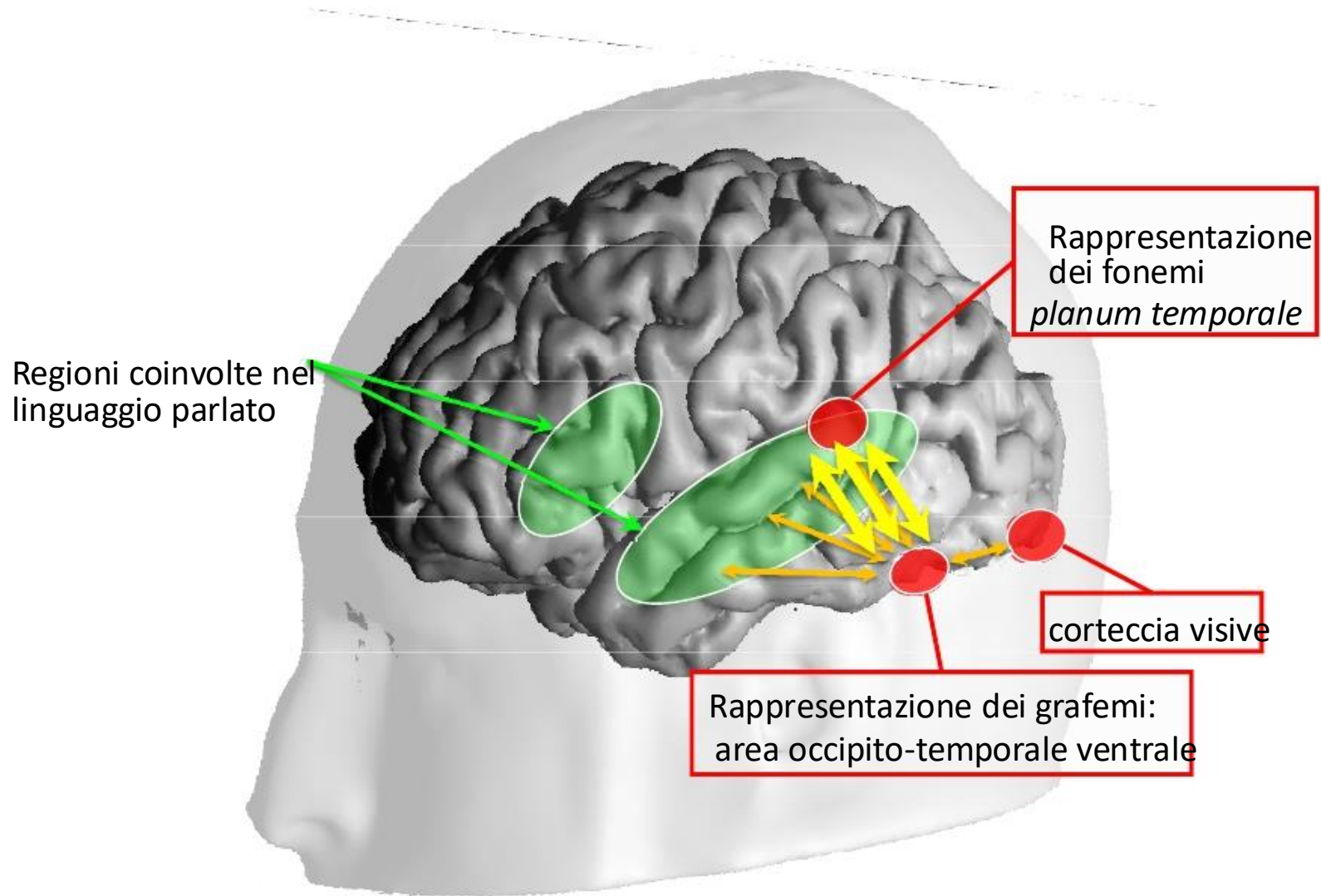
Elaborazione olistica dei volti

- L'illusione Thatcher



The Thatcher illusion. From Thompson, P. (1980). Margaret Thatcher: A new illusion. *Perception*, 9, 483–484. Copyright © Pion Limited. Reproduced with permission..

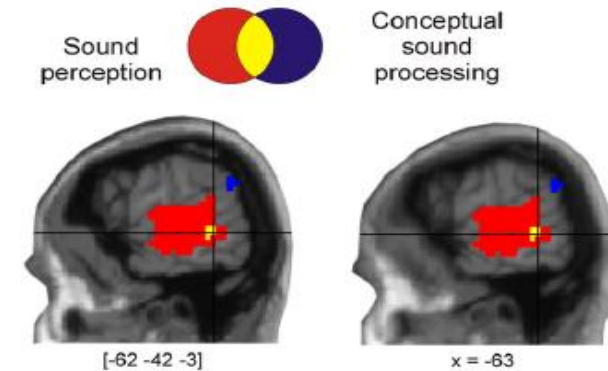
Circuiti cerebrali e apprendimento: la lettura



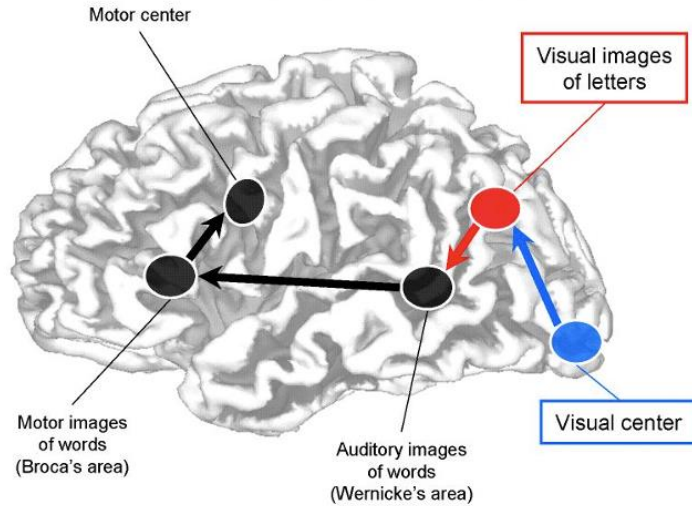
Scrittura manuale vs scrittura digitale e lettura

1. La lettura è influenzata dalla scrittura: i programmi motori e le esperienze sensoriali legate allo scrivere sono attivate durante la lettura.
2. Le esperienze legate alla scrittura manuale sono ben diverse rispetto a quelle legate all'uso di una tastiera digitale.
3. L'allenamento alla scrittura manuale comporta un miglior riconoscimento delle parole scritte rispetto alla digitazione.
4. FMRI indica che **il riconoscimento visivo delle lettere attiva le aree motorie solo quando i bambini hanno praticato la scrittura manuale, non quella digitale.**
5. Le esperienze sensorimotorie facilitano l'apprendimento

Kiefer e Trumpp Trends in Neuroscience and Education, 1, 15-20, 2012



Il vecchio modello della lettura
Déjerine 1892 Geschwind 1965



L'apprendimento alla lettura
implica lo sviluppo di
connessioni tra aree visive e
aree del linguaggio.
Tutte le connessioni sono
bidirezionali.

A modern vision of the cortical networks for reading

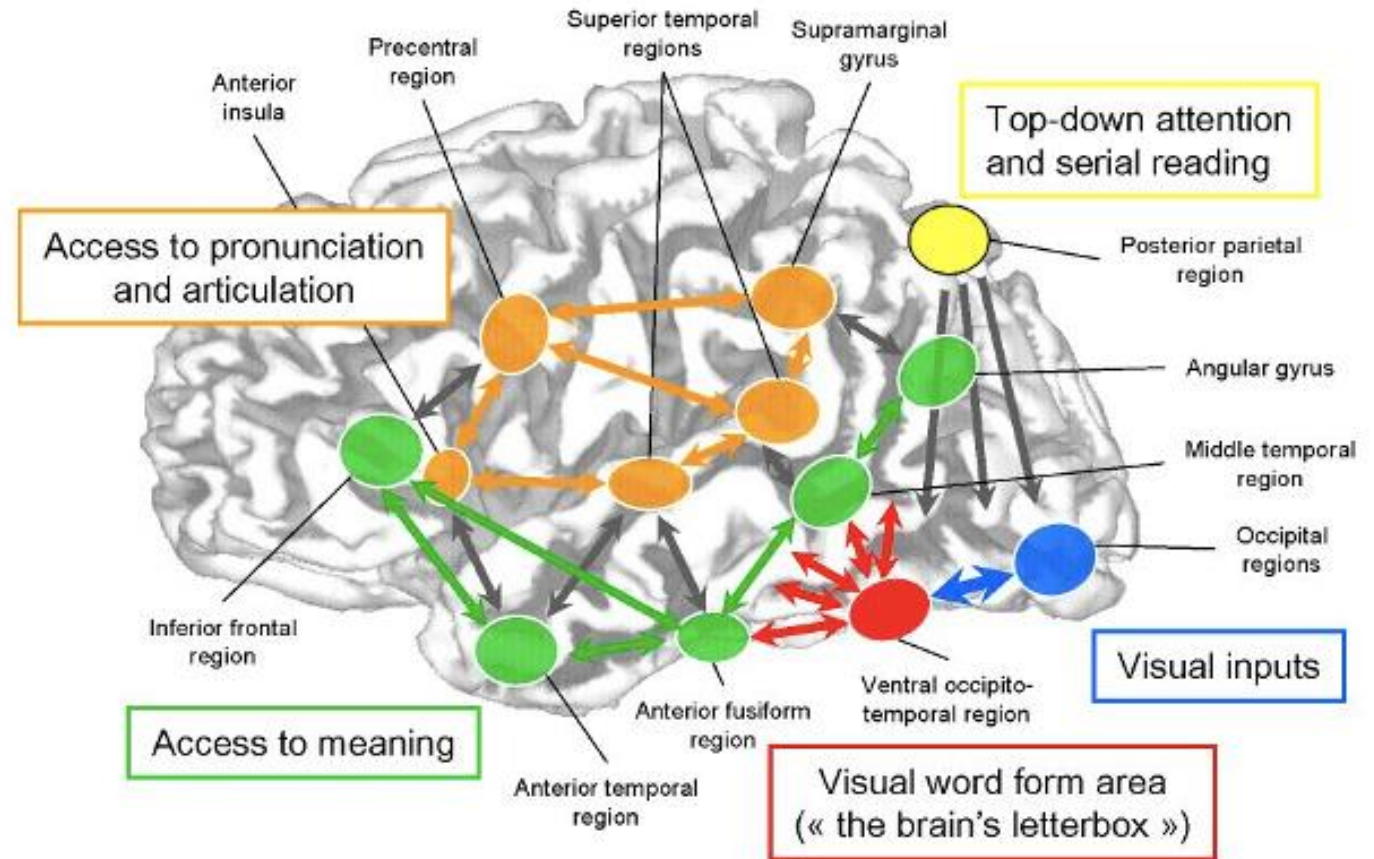
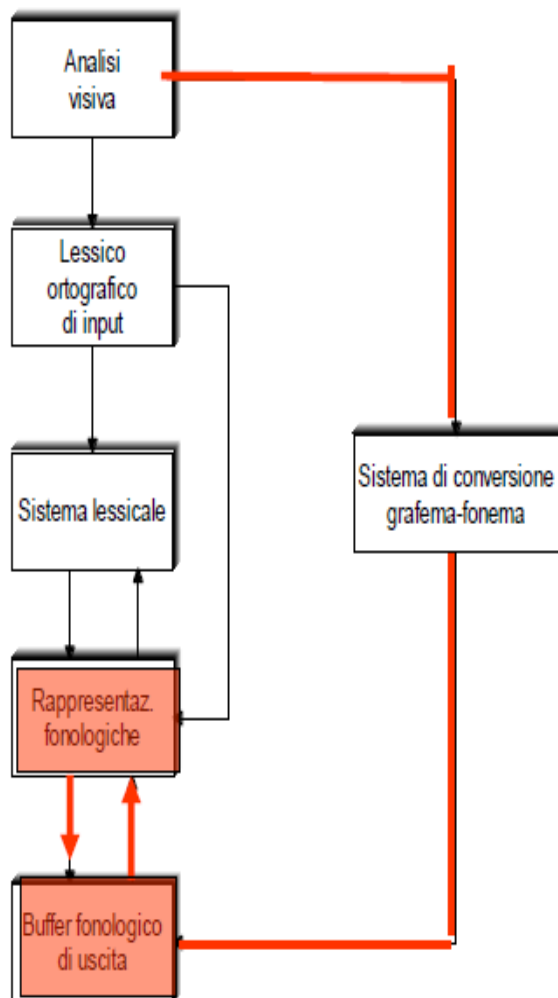


Figure 2.2. The classical neurological model of reading (top) is now replaced by a parallel and "bushy" model (bottom). The left occipito-temporal "letterbox" identifies the visual form of letter strings. It then distributes this invariant visual information to numerous regions, spread over the left hemisphere, that encode word meaning, sound pattern, and articulation. All the regions in green and orange are not specific to reading: they primarily contribute to spoken language processing. Learning to read thus consists of developing an efficient interconnection between visual areas and language areas. All connections are bidirectional. Their detailed organization is not yet fully known – in fact, cortical connectivity is probably much richer than suggested in this diagram.

Lettoscrittura

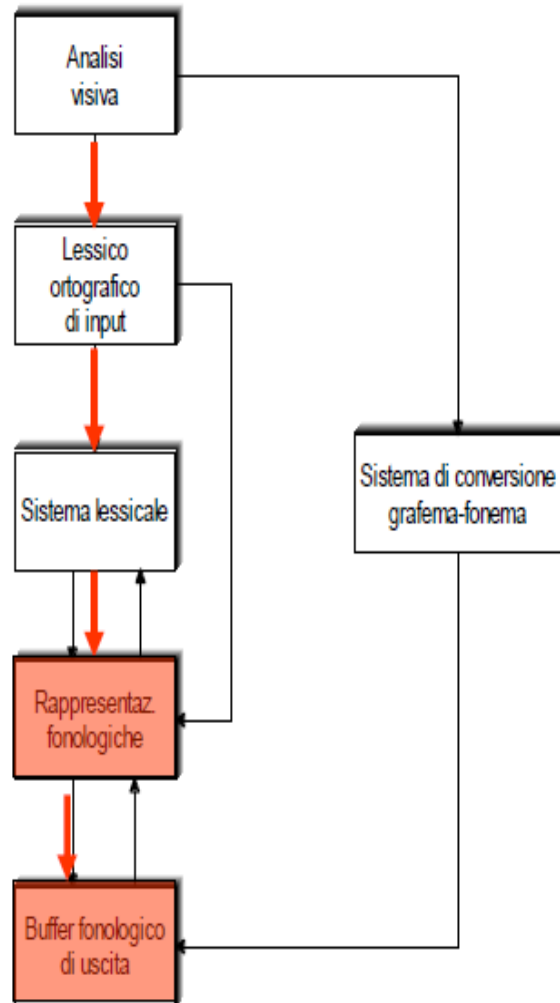


VIA SUBLESSICALE o FONOLOGICA O INDIRETTA

utilizzata quando il lettore deve leggere parole che non ha mai visto prima o che sono prive di significato (non-parole). Il lettore assembla la struttura verbale della parola, pezzo a pezzo, attraverso la conversione grafema-fonema e la successiva “fusione” dei singoli fonemi, senza la necessità della mediazione semantica.

- La rappresentazione fonologica è pre-lessicale e non dipende necessariamente dal lessico

Lettoscrittura



VIA LESSICALE O DIRETTA

Il lettore riconosce subito la parola dalla struttura ortografica e dal contesto semantico

- *Rappresentazioni fonologiche vengono attivate dopo la rappresentazione semantica e lessicale della parola.*
- **Dunque la rappresentazione fonologica è post-lessicale**
- Il lessico è coinvolto fin dall'inizio del processo di lettura

- Il lessico è coinvolto fin dall'inizio
- del processo di lettura

SECNODO UN PFROSSEORE
DLEL'UNVIESRITA' DI
CMABRDIGE, NON IMORPTA
IN CHE ORIDNE APAPAINO
LE LETETRE IN UNA PAOLRA,
L'UINCA CSOA IMMORPTATE
E' CHE LA PIMRA E L'ULIMTA
LETETRA SINAO NEL PTOSO
GITUSO. IL RIUSTLATO PUO'
SERBMARE MLOTO CNOFSUO,
MA NOONSTATNE TTUTO
SI PUO' LEGERGE SEZNA
MLOTI PRLEOBMI.

I sistemi della lettoscrittura

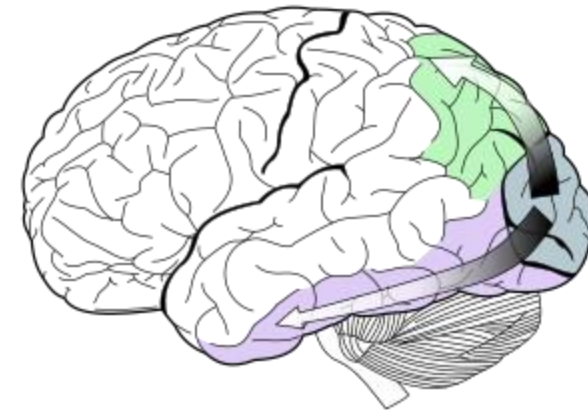
Il ***Sistema Esecutivo Centrale*** è responsabile sia delle risorse attentive sia della manipolazione delle informazioni. Nel 1988, Shallice ha ampliato il concetto proponendo il Modello del Sistema Attentivo Supervisore (SAS), un meccanismo di controllo superiore coinvolto nell'attività decisionale.

Il ***Loop Articolatorio***, detto anche ciclo fonologico, è suddiviso in due sottocomponenti: il Magazzino Fonologico e il Processo di Controllo Articolatorio. Il primo sottocomponente ha il compito di mantenere l'informazione linguistica, mentre il secondo è coinvolto nei processi del linguaggio interno. Le tracce presenti nel magazzino fonologico sono soggette a decadere rapidamente, ma grazie alla ripetizione sub-vocalica è possibile mantenere viva la traccia mnestica per successivamente poterla riutilizzare.

Il ***Taccuino Visuo-Spaziale*** rappresenta un sistema di elaborazione ed immagazzinamento di informazioni visive e spaziali. Svolge un ruolo importante nella progettazione dei movimenti nello spazio ed è composto da due parti: la componente visiva (elaborazione delle caratteristiche degli oggetti) e la componente spaziale (elaborazione delle posizioni e dei movimenti nello spazio).

DUE FLUSSI DI INFORMAZIONE O CORRENTI

- Le **due correnti dalla corteccia visiva primaria**:
- la **corrente dorsale** inizia nella corteccia V1, attraversa l'area V2 e in seguito giunge all'area dorsomediale e in seguito alla corteccia parietale posteriore. Spesso definita come la **"via del dove"** è associata al movimento, alla rappresentazione spaziale della posizione degli oggetti, e al controllo di occhi e braccia.
- La **corrente ventrale** inizia nella corteccia V1 (peri scissura calcarina), va verso l'area visiva V2, poi verso l'area visiva V4, e raggiunge la corteccia temporale inferiore. La corrente ventrale, definita come la **"via del cosa"**, si associa al riconoscimento delle forme e alla rappresentazione degli oggetti.



La via dorsale (in verde) e la via ventrale (in porpora). Queste vie originano dalla corteccia visiva primaria.

Percezione visiva

- **Coordinamento occhio mano;**
- **posizione nello spazio;**
- **copia riproduzione;**
- **riproduzione figura – sfondo;**
- **completamento di figure;**
- **velocità visuo-motoria;**
- **orientamento dx-sx in attività grafiche;**
- **costanza della forma;**
- **trovare le differenze;**
- **seguire con la matita colorata il modello senza uscire dalla linea;**
- **gesto grafico;**
- **abilità di copia da modello (segni grafici: - ; + ; X; cerchio ; spirale con verso
a dx (come la chiocciola della lumaca) spirale con verso a sx; la doppia spirale; il segno di infinito (8 in orizzontale);**