

Il contesto

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Cosa provoca gli enormi cambiamenti – dalla capacità di vedere a quella di camminare e parlare – che si manifestano durante la prima infanzia? Le risposte ci vengono dall'esame dello sviluppo di quel capolavoro che è il nostro cervello.

- Definire la sinaptogenesi, il *pruning* neurale, la mielinizzazione e la plasticità cerebrale.

La crescita del cervello

La **corteccia cerebrale**, ovvero lo strato esterno e grinzoso del cervello, è la sede di ogni percezione, azione e pensiero consapevole. Con un'area superiore di 10 volte a quella della scimmia e di 1000 volte a quella del ratto, la nostra corteccia ci distingue da tutte le altre specie che popolano la Terra.

Data la notevole grandezza della corteccia, la nostra è anche l'unica specie in cui il cervello è soggetto a una crescita così considerevole al di fuori del grembo materno. Nei primi quattro anni di vita, il volume del cervello quadruplica (Stiles e Jernigan, 2010); ci vogliono più di vent'anni affinché raggiunga la piena maturazione. Di fatto, la corteccia comincia a dirigere il nostro comportamento appena mese *dopo* la nascita.

Durante il periodo fetale e il primo anno di vita, le cellule che compongono il cervello migrano verso la superficie superiore del tubo neurale (Paredes et al., 2016). Una volta raggiunta questa zona «di raccolta», le cellule crescono rapidamente fino ad acquisire la loro forma matura, dando luogo a lunghi **assoni**, fibre che hanno il compito di condurre gli impulsi lontano dal soma cellulare. Da essi si diramano i **dendriti**, numerose ramificazioni che, proliferando a livello delle giunzioni, o **sinapsi**, entrano in connessione reciproca con gli assoni (**figura 3.1**).

La **sinaptogenesi**, cioè il processo che dà origine a miriadi di queste connessioni, è alla base di ogni abilità umana: dalle vigorose spinte sulle braccia con cui Elissa cerca di sollevarsi, alla composizione di sinfonie, alla risoluzione di problemi matematici. Un altro mutamento cruciale porta il nome di **mielinizzazione**, il processo attraverso cui una guaina di sostanza grassa, la **mielina**, si forma intorno alle fibre centrali degli assoni. Pensate allo strato d'acqua che ci impedisce di farci male mentre scendiamo lungo lo scivolo di un parco acquatico: analogamente, la guaina mielinica è il lubrificante che consente agli impulsi neurali di scorrere in un flusso veloce e costante. Questo strato isolante è anche in grado di determinare quali cellule possono avere una crescita ottimale (Stiles e Jernigan, 2010).

La sinaptogenesi e la mielinizzazione avvengono a velocità diverse in specifiche aree cerebrali (Dean et al., 2014). Nella corteccia visiva, la porzione del cervello responsabile dell'interpretazione degli stimoli visivi, gli assoni sono completamente mielinizzati intorno al primo anno di età. Nei lobi frontali, l'area del cervello coinvolta nelle funzioni intellettive superiori, la guaina mielinica è ancora in formazione intorno ai 20 anni.

Tutto ciò ha perfettamente senso: la vista è una capacità di cui abbiamo bisogno subito dopo la nascita. Le abilità visive, come avrete modo di leggere in questo capitolo, si sviluppano rapidamente nel primo anno di vita. Ma finché non raggiungiamo la piena età adulta, non abbiamo veramente bisogno della capacità di comporre sinfonie, risolvere problemi di matematica superiore o possedere tutte le competenze necessarie per farci largo nel mondo che ci circonda. Esiste quindi un chiaro parallelismo fra lo sviluppo delle nostre capacità e i tempi di maturazione del nostro cervello.

Il *pruning* neurale e la plasticità del cervello

Da quanto si è detto finora, forse vi siete fatti l'idea che quanto più estese sono le connessioni, tanto maggiori sono le abilità intellettive. Ma non è così! Anche la perdita di connessioni neurali è un fenomeno cruciale per lo sviluppo del cervello. Dopo una fase caratterizzata da un'abbondantissima produzione di sinapsi, ogni regione della corteccia è sottoposta a un periodo di *pruning* (letteralmente, «potatura») delle sinapsi e di morte delle cellule neurali. Questo ricambio organizzato di strutture neurali riflette anche l'evoluzione delle abilità intellettive. Il fenomeno ha inizio intorno al primo anno di vita

corteccia cerebrale

Lo strato esterno, ripiegato, che ricopre il cervello; è responsabile del pensiero, del ragionamento, della percezione e di tutte le risposte consci.

assone

La lunga fibra nervosa che conduce gli impulsi dal corpo cellulare verso la periferia del neurone.

dendrite

La fibra ramificata che riceve gli impulsi (l'informazione) e li conduce verso il corpo cellulare del neurone.

sinapsi

Lo spazio compreso fra i dendriti di un neurone e l'assone di un altro neurone attraverso il quale avviene la trasmissione degli impulsi nervosi.

sinaptogenesi

Il processo di formazione delle connessioni fra neuroni a livello delle sinapsi; questo processo, responsabile di ogni percezione, azione o pensiero, è particolarmente intenso durante l'infanzia e la fanciullezza, ma continua per tutta la vita.

mielinizzazione

La formazione di uno strato di grasso intorno agli assoni dei neuroni; questo processo, che fa aumentare la velocità di trasmissione degli impulsi neurali, continua dalla nascita fino ai primi anni dell'età adulta.

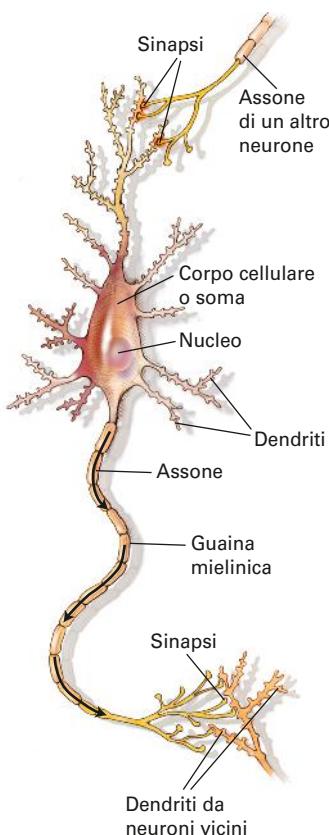


Figura 3.1 Il neurone e le sinapsi

Questa illustrazione mostra la straordinaria struttura responsabile dello sviluppo di ogni nostra capacità, percezione o pensiero. Si noti che i dendriti ricevono l'informazione a livello delle sinapsi e che gli impulsi nervosi discendono lungo l'assone, la fibra tramite la quale i dendriti di un neurone si connettono ai dendriti delle cellule nervose contigue.

nella regione della corteccia visiva, mentre nei lobi frontali avviene verso la fine della fanciullezza. Come un'accurata eliminazione delle erbacce è fondamentale per dare forma a un bel giardino, così l'eliminazione di neuroni non necessari è fondamentale per il pieno sviluppo delle cellule di cui abbiamo realmente bisogno.

Perché il cervello è soggetto a questa straordinaria sovrapproduzione, seguita poi da una graduale eliminazione? Le indicazioni che derivano dalle ricerche suggeriscono che, durante la prima infanzia, le connessioni sinaptiche si potenziano progressivamente in aree più distanti del cervello (Damaraju et al., 2014). Forse avere inizialmente a disposizione un numero di sinapsi in eccesso è utile, in quanto consente di «reclutare» neuroni in questo bacino più ampio e reindirizzare quelli sovrannumerari verso altre funzioni, nel caso si debba far fronte a un deficit sensoriale rilevante o a un grave danno cerebrale nelle fasi iniziali della vita (Fox, Levitt e Nelson, 2010; Stiles e Jernigan, 2010). Di fatto, la nostra corteccia è sorprendentemente malleabile, cioè dotata di **plasticità** (capacità di cambiamento), soprattutto durante gli anni dell'infanzia e della fanciullezza.

Usando la scansione dell'encefalo per misurare il consumo di energia a livello cerebrale, si è trovato che nelle persone non vedenti dalla nascita l'attività della corteccia visiva è intensa quando sono impegnate a leggere in Braille e a localizzare i suoni nello spazio. Questo dato suggerisce che, in assenza della stimolazione proveniente dagli occhi, i neuroni geneticamente programmati per svolgere la funzione visiva vengono letteralmente catturati, o dirottati, allo scopo di rafforzare l'uditivo e il tatto (Collignon et al., 2011; Fox, Levitt e Nelson, 2010).

Un processo simile avviene con il linguaggio, che di norma è rappresentato nell'emisfero sinistro del cervello. Se un neonato o un bambino piccolo subisce una lesione all'emisfero sinistro, con un'intensa stimolazione verbale l'emisfero destro può prenderne il posto, e le capacità linguistiche possono svilupparsi normalmente (Rowe et al., 2009). Si confronti questo esito con quello che invece accade a una persona colpita da ictus all'emisfero sinistro quando la funzione del linguaggio si è già stabilmente localizzata nelle aree appropriate. Il risultato può essere devastante: un deficit permanente delle capacità di comprensione o di produzione del linguaggio.

Dunque, la plasticità del cervello rappresenta un'evidente manifestazione dell'interazione tra natura e cultura che governa tutta la vita umana. Certo, il progetto per la costruzione della nostra corteccia è inscritto nei nostri geni fin dal concepimento, ma sono poi gli stimoli ambientali ad avere un ruolo essenziale nel rafforzare specifiche reti neurali e nel determinare quali connessioni saranno eliminate dal *pruning* (Fox, Levitt e Nelson, 2010). Prima che questo fenomeno di «potatura» abbia luogo, il cervello è particolarmente malleabile: ciò ci consente di modellare il nostro «giardino» in forma diversa nel caso veniamo colpiti da un disastroso incidente. Inoltre, poiché la generazione di sinapsi è un processo che avviene per tutta la durata della vita, noi continuiamo a crescere, a imparare, a svilupparci sul piano intellettuale da quando abbiamo 1 anno fino ai 101 anni e oltre.

La **tavola 3.1** contiene altre interessanti informazioni riguardo a neuroni, sinaptogenesi e *pruning*. Una nota relativa all'ultimo punto: le case di un quartiere sono diverse l'una dall'altra, anche quando siano tutte nate da uno stesso progetto originale (poiché i rispettivi proprietari si sono occupati di personalizzare la propria); analogamente, gli scienziati hanno riscontrato una notevole variabilità nei cervelli di bambini e bambine con sviluppo *tipico* (Giedd et al., 2010). Del resto, data la diversità di interessi e talenti che ognuno di noi sviluppa nel corso della vita, perché mai queste variazioni dovrebbero sorprenderci?

Tenendo ben presenti i principi che regolano lo sviluppo del cervello – (1) lo sviluppo ha luogo «in tappe specifiche dell'evoluzione neurale» (un bambino non può imparare a fare una certa cosa prima che l'area cerebrale deputata a svolgere quella funzione sia pienamente matura); (2) la stimolazione «modella» i neuroni (le esperienze che facciamo del mondo esterno intervengono di fatto sulla struttura fisica del nostro cervello); e (3) il cervello è «in costruzione» (e modellato da quelle stesse esperienze) per tutta la vita – passiamo ora a esaminare come la corteccia cerebrale in via di espansione compia vere e proprie meraviglie durante i primi anni di vita.

plasticità

Nello sviluppo neurale o cognitivo, la flessibilità o capacità di cambiare adattandosi.

Tabella 3.1 Qualche dato interessante su cui riflettere

- Il cervello di una persona adulta è costituito da circa 100 miliardi di neuroni e, attraverso la sinaptogenesi, effettua circa 60 000 miliardi di connessioni neurali.
- Le sinapsi di un bambino in età prescolare sono pressappoco il doppio delle sinapsi di un adulto, dato che via via che il cervello si sviluppa, circa il 40% delle nostre sinapsi viene eliminato definitivamente (vedi il testo). Dunque, paradossalmente, il complessivo sfoltimento a livello corticale negli anni della scuola elementare e dell'adolescenza è un sintomo del processo di maturazione del cervello.
- Specifiche abilità, come il linguaggio, che gli scienziati avevano creduto localizzate in una regione corticale, dipendono in realtà da molte aree del cervello. Inoltre, gli indicatori corticali di «sviluppo avanzato» di una certa abilità cambiano in modi sorprendenti quando un bambino cresce. Per esempio, mentre una rapida mielinizzazione nel lobo sinistro frontale lascia prevedere l'acquisizione di abilità linguistiche all'età di 1 anno, a 4 anni questa relazione si inverte, e si hanno bambini di età prescolare con sviluppate capacità di linguaggio che mostrano una maggiore quantità di mielina nel lobo frontale destro. Benché vi sia una perdita più drastica del normale nello strato corticale nei bambini che mostrano un rapido calo del QI, i bambini i cui punteggi nei test di intelligenza aumentano non mostrano particolari modificazioni corticali.
- In media, il cervello dei maschi è del 10% più grande di quello delle femmine, anche durante l'infanzia, quando i soggetti di entrambi i sessi hanno le stesse dimensioni corporee.
- Le scoperte più sconcertanti riguardano l'accentuata differenza nella dimensione cerebrale da bambino a bambino. Prendiamo due maschi di 10 anni a sviluppo tipico: il cervello dell'uno può essere grande il doppio di quello dell'altro, pur non mostrando alcuna differenza nelle capacità intellettive!

Fonte: informazioni da Dean et al. (2014); Giedd et al. (2010); Stiles e Jernigan (2010).

TIRIAMO LE FILA

- Cortez e Ashley stanno discutendo su ciò che rende unico il cervello umano. Cortez sostiene che si tratta delle dimensioni della corteccia. Secondo Ashley, invece, è il fatto che la «crescita» del nostro cervello avviene per la maggior parte dopo la nascita e che la nostra corteccia continua a maturare per almeno due decenni. Chi ha ragione, Cortez, Ashley, o entrambi gli studenti?
- Latisha afferma che la guaina mielinica fa aumentare la velocità di propagazione degli impulsi nervosi e che quanto più alto è il numero delle connessioni sinaptiche, tanto più alto è il livello di sviluppo. È del tutto corretto quanto sostiene Latisha? Se non lo è, spiegate perché.
- Quando i bambini subiscono un danno cerebrale, si ritrovano a essere *più/meno* compromessi di quanto sarebbero se quell'evento accadesse loro nell'età adulta, per via della *plasticità/mielinizzazione* del cervello.
- Qual è il processo neurale che si verifica allo stesso modo nelle bambine, nelle madri e nelle nonne: *mielinizzazione/sinaptogenesi*?

Le risposte ai quesiti delle sezioni «Tiriamo le fila» sono raccolte nell'appendice alla fine del libro.

Le attività fondamentali del neonato

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Se andate a trovare un neonato, lo vedrete impegnarsi in alcune semplici attività: mangiare, piangere, dormire. In questa sezione prenderemo in esame ognuna di queste funzioni.

La nutrizione: il fondamento della vita

L'attività del nutrirsi va incontro a straordinarie trasformazioni durante la prima infanzia. Vediamo per prima cosa di quali trasformazioni si tratta, quindi passiamo a esaminare gli aspetti relativi alla nutrizione e a cui si attribuisce enorme importanza nei primi anni di vita.

I cambiamenti evolutivi: dai riflessi del neonato alla cautela del bimbo di 2 anni nella scelta dei cibi

I neonati sembrano riuscire a mangiare anche mentre dormono, un fatto che mi è stato rivelato con estrema chiarezza dai forti schiocchi di labbra che a intervalli regolari

- Scoprire qual è lo scopo dei riflessi neonatali.
- Individuare due problemi che limitano il ricorso all'allattamento al seno.
- Illustrare la diffusione della malnutrizione e dell'insicurezza alimentare.
- Elencare le tecniche usate per calmare un bambino in preda a una crisi di pianto.
- Delineare i cambiamenti che avvengono nel sonno infantile e indicare la strategia atta a favorirlo.
- Descrivere la sindrome della morte improvvisa del lattante (SIDS).