

## Nuovi studi dimostrano che è l'esperienza a modellare lo sviluppo cerebrale del bambino



Il primo indizio lo hanno trovato a Urbana-Champaign alcuni neurobiologi dell'Università dell'Illinois: i cuccioli di topo allevati in gabbie piene zeppate di giocattoli non solo mostrano un comportamento più vivace e complesso dei loro coetanei cresciuti in gabbie miseramente disadome, ma le singole cellule del loro cervello, i neuroni, hanno in media il 25% in più di sinapsi, ovvero di connessioni con altri neuroni. La prova (forse) conclusiva, però, l'hanno trovata a Houston i colleghi del Baylor College of Medicine: i cuccioli di uomo che nei primi mesi di vita non giocano o interagiscono poco e male con gli adulti, non solo ritardano i progressi psico-motori, ma sviluppano un cervello che è dal 20 al 30% più piccolo dei loro coetanei che hanno una primissima infanzia «normale».

## Giocare e sentirsi amato

La neurobiologia sta dunque trovando le prove molecolari che il cervello in formazione di un neonato non si sviluppa seguendo un rigido programma prestabilito. Ma che è l'«esperienza il suo grande architetto», come sostiene Bruce Perry da Houston. Ormai non c'è più dubbio, afferma su «Scientific American» Carla Shatz, neurobiologa a Berkeley, California: per crescere ed apprendere il cervello di ogni cucciolo, di ratto o di uomo che sia, deve essere stimolato da esperienze sensoriali vissute in un ambiente ricco e variegato. Insomma: nei suoi primi mesi di vita il neonato deve vedere, toccare, udire, gustare, annusare. Giocare e sperimentare. E, soprattutto, deve sentirsi amato.

A questa «scoperta», frutto in realtà di un lavoro collettivo di quasi trent'anni, la rivista «Time» ha dedicato di recente la copertina e un lungo dossier. E a giusta ragione. Non solo perché la scoperta si è raffinata ulteriormente negli ultimi mesi. Ma anche e soprattutto perché diventano sempre più attuali le sue implicazioni sociali.

In realtà un cucciolo di uomo (o di qualsiasi altro animale) non è né un automa programmato geneticamente, né una tabula rasa, completamente modellabile dall'ambiente in cui ha la ventura di nascere. Geni e ambiente, progetto ed esperienza, storia ed eredità, collaborano, interagendo, in una miriade, creativa, di

# Cervelli in Costruzione

modalità. È attraverso questa cascata di interazioni che il cervello diventa il sistema materiale più flessibile ed elastico che si conosca: capace come nessun altro di adattarsi al continuo, e spesso impreveduto, mutare dell'ambiente che lo circonda.

È quando il feto compie il sesto mese che l'ambiente cessa di essere un co-protagonista e diventa il regista dello sviluppo cerebrale. Attivati dagli stimoli dell'ambiente esterno e crepitando per le scariche elettriche che producono, 100 miliardi di neuroni, come terminali di un'immensa rete telefonica ancora quasi tutta da costruire, iniziano a chiamarsi l'uno l'altro e a connettersi nelle sinapsi, la sede dove si scambiano i messaggi. Ogni neurone riesce a creare fino a 20.000 sinapsi, connettendosi anche a grande distanza con altrettante cellule sorelle. Per collegarsi il neurone rilascia una fibra, l'assone, che si allunga per l'equivalente microscopico di chilometri e chilometri prima di trovare il terminale cercato e formare così la giusta sinapsi. In questa impresa, che somiglia alla ricerca del famoso ago nel pagliaio, gli assoni possono contare su quello che Corey Goodman, a Berkeley,

Un neonato che non ha stimoli sufficienti e un ambiente sereno, che non ha la possibilità di giocare e non ha l'amore attivo dei suoi genitori, sviluppa un cervello più piccolo del 30% rispetto ai neonati che crescono in un ambiente «normale». La neurobiologia sta trovando le prove molecolari della profonda influenza che ha l'ambiente sullo sviluppo cognitivo del bambino. E ammonisce la società a non trascurare il periodo più delicato nella vita dell'uomo.

## PIETRO GRECO

chiamata il «senso molecolare»: l'equivalente a livello cellulare del naso in dotazione a un cane da tartufo. L'assone esplora l'ambiente cerebrale con il suo «naso», inseguendo le prelibate proteine-tartufo ed evitando le proteine repellenti. Già, ma come viene regolata in maniera fine il processo? Chi e quando dice al neurone signor Bianchi di Torino di stendere centinaia di chilometri di cavo per connettersi e dialogare proprio con il signor Rossi di Napoli e con mille e mille altri amici di conchetta?

## Il codice genetico

Beh, che non possa esserci un programma di connessioni già scritto nel codice genetico è facile capirlo. Come farebbero i «soli» 100.000 geni che costituiscono l'intero patrimonio genetico umano a indicare, una per una, quali devono essere il milione di miliardi di connessioni

specifiche che si creano tra i neuroni di ogni singolo cervello? E infatti sono gli stimoli ambientali ad attivare alcuni specifici neuroni e a farli connettere tra loro, per creare quelle reti neurali che consentono il controllo, coordinato e, nel caso dell'uomo, cosciente del corpo e della mente. Solo lo stimolo dell'esperienza consente, per esempio, a un gattino di attivare i neuroni della corteccia visiva collegati alla retina dei suoi occhi e, come hanno dimostrato Carla Shatz e Peter Kirkwood, di farli collegare tra loro in modo da formare due gruppi neuronali: uno specializzato a ricevere i segnali dall'occhio destro e l'altro quelli dall'occhio sinistro.

È, dunque, la crescita del numero di connessioni tra i neuroni a sancire lo sviluppo cerebrale. Ogni volta che un bambino cerca di toccare un oggetto, di osservare un volto, di ascoltare la voce della mamma, di ripetere

e modulare i suoi primi lalala, piccole scricche di elettricità attraversano il suo cervello, attivano specifici neuroni e li inducono a collegarsi tra loro. Cosicché, se gli stimoli sono tanti e sono giusti, a 2 mesi un bambino ha già costruito le connessioni neurali giuste per il controllo cerebrale dei muscoli che gli consentono di raggiungere con le mani un oggetto vicino; a 4 mesi ha costruito le connessioni per ottenere una visione profonda e binoculare; a 12 mesi quelle per pronunciare la sua prima parola.

Come si può facilmente intuire, il cervello di un bambino appena nato è un turbine di scariche elettriche. Tanto che il numero delle sinapsi raggiunge rapidamente un valore massimo entro i due anni di vita (15.000 in media per ogni neurone), poi si assesta intorno a un valore costante fino a 10 o 11 anni, quindi inizia a diminuire. A due anni il cervello di un bambino ha un numero doppio di sinapsi e consuma una quantità doppia di energia rispetto al cervello di un adulto. È questo numero enorme e ridondante di sinapsi che conferisce al cervello del bambino la sua straordinaria flessibilità ed elasticità.

Quando, però, il cervello in formazione non riceve gli stimoli giusti e sufficienti, l'effetto può essere molto serio: il bambino ritarda e, talvolta, blocca il suo sviluppo cognitivo.

Per questo il ruolo dei genitori è determinante: sono loro a rendere più o meno ricco di stimoli l'ambiente. I bambini che, per una qualsiasi ragione, non sentono parlare il «genitoriale» hanno difficoltà ad apprendere il linguaggio. E quelli che non avvertono l'amore di mamma e papà, mostrano una ridotta attività neuronale e scarse sinapsi nel lobo frontale sinistro: dove risiede il centro della gioia e della spensieratezza. Se l'ambiente esterno continua a essere povero di stimoli, lo sviluppo cognitivo rallenta e a tre anni il bambino manifesta una ridotta capacità di interpretare il mondo.

Tuttavia il cervello in età evolutiva è più flessibile ed elastico che mai. E nel corso della sua crescita offre diverse «finestre di opportunità» per recuperare, se finalmente stimolato, il terreno perduto. Vi sono finestre di opportunità per recuperare funzioni prettamente fisiche. E vi sono finestre di opportunità per recuperare funzioni squisitamente cognitive. Per esempio, la finestra di opportunità per imparare facilmente una seconda lingua è massima a tre anni e si chiude, quasi completamente, a dieci.

Lo sviluppo sinaptico procede fino ai 10 anni, quando il rapporto tra numero di sinapsi costruite e distrutte diventa inferiore a uno. Negli anni successivi il cervello è impegnato in un'opera di rifinitura: distruggere le connessioni neurali già realizzate ma non più stimolate dall'ambiente e potenziare quelle maggiormente attivate. Quando, a 18 anni, la plasticità del cervello rende il primato alla potenza è giunta l'ora di realizzare quel talento e quelle tendenze latenti abbozzate nel corso dell'apprendimento. Siamo adulti.

La psicologia dell'età evolutiva aveva da tempo compreso il valore dell'esperienza nello sviluppo cognitivo. Ma ora la neurobiologia fornisce le basi molecolari e quantitative di questo valore. E, come giustamente rileva Madeleine Nash su «Time», ci ammonisce: se la società non aiuta a creare l'ambiente giusto intorno al bambino, se non fornisce aiuto e assistenza ai genitori per svolgere il loro mandato e, anzi, li costringe a passare la gran parte della giornata fuori casa, beh pagherà il conto tra una ventina di anni. Quando molti degli attuali neonati mostreranno quanto vale l'infanzia perduta.

Soprattutto nelle fasce povere della società cresce lo svantaggio di non poter essere accuditi dai genitori

## La famiglia americana sempre più assente

NEW YORK. Nel dibattito sollevato un paio di anni fa dal libro di Charles Murray *The Bell Curve*, è andato perso un aspetto importante della sua controversa tesi. Murray sosteneva l'esistenza di una correlazione tra la povertà e l'intelligenza degli individui, spingendosi fino a trovare una base ereditaria, quasi biologica, di questo fenomeno.

Le tesi fu attaccata giustamente come razzista, data la sproporzionata presenza della popolazione nera nei livelli più bassi della scala sociale. Ma i critici avrebbero forse fatto meglio a riprendere, stimolati da Murray, il dibattito sulle condizioni sociali e familiari che, generazione dopo generazione di povertà, impediscono il pieno sviluppo degli individui.

Della famiglia e della sua importanza sull'educazione dei figli si discute molto negli Stati Uniti. Ma sempre più in termini moralistici e simbolici. Le politi-

che attive nei confronti della famiglia sono controverse e frammentarie.

Il movimento anti-femminista, cresciuto dagli anni sessanta e fondato sulla mobilitazione della destra religiosa, predica il ritorno a un sistema patriarcale di società, in cui le donne restano a casa per prendersi cura dei figli. Ma sono i progressisti che si preoccupano di creare le condizioni per garantire a una madre che lavora o anche a un padre la possibilità di essere vicini ai propri figli.

È stata solo l'amministrazione Clinton, dopo anni di battaglia al Congresso, ad approvare la legge che permette a un genitore di prendere dei permessi non pagati per curare un figlio malato. Perfino nei momenti più delicati della vita di un bambino, non esisteva prima del Family Leave Act alcuna garanzia legale per assicurarli la vicinanza materna o paterna. E continua-

## ANNA DI LELLIO

no ad essere assenti leggi che regolino i permessi di maternità, nel settore pubblico garantiti dagli accordi sindacali, ma molto spesso contrattati individualmente nel settore privato dalla donna e il datore di lavoro. Nei casi più estremi, che non sono rari comunque, la maternità può portare al licenziamento tout court.

Il trend più significativo nell'America contemporanea è la sostituzione della famiglia, fin dai primi anni di vita, con apparati professionali di tipo diverso e qualità diversa, a seconda dei mezzi economici a disposizione. Lo sviluppo dell'intelligenza e della personalità di un bambino viene deermato per la maggior parte o da baby sitter in casa, o in asili nido da esperti, o nel caso delle famiglie più povere da una rete informale famigliare di madri, nonne, sorelle, fratelli,

cugini, e fidanzati delle mamme, oltre a un complesso di assistenti sociali che fanno da supervisori.

La disparità di queste esperienze è straordinaria, con importanti conseguenze sul successivo sviluppo di un bambino. La recente riforma del welfare ha posto solo marginalmente il problema, cercando di usare lo strumento della legge per correggere alcuni estremi nella condizione dei più poveri. Una madre non sposata con meno di 18 anni è obbligata da quest'anno a vivere con i genitori se vuole percepire il sussidio dell'assistenza pubblica. L'idea è che una ragazza da sola non è in grado di dare a un figlio le cure necessarie. E nonostante i tagli alla spesa pubblica e l'obbligo di lavoro per i clienti del welfare, continuano ad essere esentate le madri con figli che hanno me-

no di 5 anni. Ma non si fa nessuno sforzo per potenziare il programma dell'assistenza più efficace fin dall'inizio della guerra alla povertà dichiarata dal presidente Johnson negli anni sessanta: l'head start. Letteralmente «vantaggio», è una politica di assistenza ed educazione dei bambini piccoli in età prescolare. Si propone l'obiettivo di correggere alcune delle disparità inevitabili in una società molto diseguale prima che cambino definitivamente la personalità di un individuo. Lo svantaggio dell'essere nati in una famiglia povera anche culturalmente è un peso talmente grave per un bambino, da far prendere con più serietà, ribaltandolo, l'ammontamento presente nella tesi reazionaria di Murray: cioè che se la povertà diventa ereditaria, come sembra avvenire in alcuni settori della popolazione americana urbana, così anche lo svantaggio.

Le cicatrici di una infanzia povera e abbandonata sono profonde. Nei ghetti delle grandi città il servizio sociale per i bambini è una burocrazia enorme, con budget di centinaia di milioni. A New York si occupa di fare il monitoraggio delle condizioni di vita nelle case dove la povertà e la disperazione portano a terribili abusi. Spesso figli di madri che avrebbero bisogno loro stesse di cura, bambini di pochi mesi soffrono la fame, il freddo, e sono letteralmente abbandonati a se stessi. Quando gli assistenti sociali falliscono nel riconoscere i segnali degli abusi, i bambini rischiano la vita. Degli 8000 orfanelli che lo scorso ottobre il comune ha cercato di collocare in adozione presso famiglie, molti presentano problemi di apprendimento e comportamento, che hanno le loro radici nelle esperienze vissute durante i primissimi anni di vita. E queste sono esperienze incancellabili.

## ARCHIVI

P.L.Gre.

### Il feto a sei mesi

Ha gli stessi neuroni di un uomo adulto

Geni e ambiente iniziano a collaborare per realizzare lo sviluppo di un cervello umano già nei primi giorni dopo che l'uovo è stato fecondato da uno spermatozoo. E continuano a collaborare quando la parte del cervello specifica dell'uomo, la corteccia, inizia a svilupparsi nel corso del quinto mese, assumendo un aspetto grinzoso, tutto solchi e incisioni, mentre le sue cellule, i neuroni, cominciano a moltiplicarsi al ritmo, incredibile, di 250.000 al minuto. Così che, al termine del sesto mese, il feto ha ormai il medesimo numero di neuroni, 100 miliardi o giù di lì, di un uomo adulto. Durante tutto questo periodo è soprattutto il programma genetico a controllare lo sviluppo cerebrale. Non che l'ambiente, anche in questa fase, sia del tutto assente. In fondo basta un'infezione virale, l'abuso di farmaci e di droghe o persino una cattiva nutrizione da parte della madre, per guastare la straordinaria precisione con cui in un solo mese 100 miliardi di cellule nascono, si moltiplicano e migrano, per collocarsi al posto giusto nel cervello del nascituro che, da quel momento, ha tutte le potenzialità per sviluppare le funzioni cognitive di un uomo.

## Alla nascita

## L'esplosione delle sinapsi

Il numero di neuroni, evidentemente, non basta per avere un cervello «maturo» e funzioni cognitive sviluppate. Quello che serve sono le connessioni tra i neuroni, ovvero le sinapsi. La crescita del numero di sinapsi, ovvero dei collegamenti tra neuroni, determina lo sviluppo del cervello. Questa crescita che non avviene in modo continuo, bensì a salti: con periodi in cui il numero di sinapsi aumenta in modo esplosivo e periodi in cui la crescita è più dolce. Le connessioni iniziano ad aumentare già nel feto di sei mesi. Ma è solo dopo la nascita, all'impatto con un ambiente più vario del confortevole grembo materno, che il loro numero deflagra. Vi è uno strato della corteccia visiva, sostiene Peter Huttenlocher, neuropediatra a Chicago, in cui il numero medio di sinapsi per neurone passa dai 2.500 al momento della nascita fino ai 18.000 che si contano a sei mesi.

## L'esperienza

## Può riparare i danni genetici

Il cervello non è un semplice contenitore di neuroni in cerca di connessioni. Ha una struttura molto più complessa. I neuroni sono organizzati in diversi circuiti. E la formazione di questi circuiti è controllata essenzialmente su base genetica. Ma, come scrive Alberto Oliverio, psicobiologo a Roma e collaboratore dell'Unità, l'esperienza sensoriale è così potente da riuscire a modificare persino questa organizzazione di base e a far emergere una specifica funzione anche quando i circuiti originali hanno gravi carenze. È così che neonati con gravi malformazioni dovute a «guasti» cerebrali possono talvolta recuperare, con l'allenamento, l'operatività di organi e funzioni.

## L'ultima scoperta

## Il gene che inibisce lo sviluppo delle sinapsi

Geni e ambiente interagiscono con una miriade di modalità. Alcune cooperative, altre competitive. Una di queste è stata portata alla luce lo scorso mese di ottobre da Corey Goodman a Berkeley. Il neurobiologo ha scoperto che alcuni neuroni, quando attivati, possono bloccare l'espressione di un gene, che a sua volta codifica per una proteina che inibisce le connessioni sinaptiche. Insomma, il gene blocca lo sviluppo delle connessioni tra neuroni. Ma i neuroni, attivati dall'ambiente, bloccano il gene e danno via libera allo sviluppo delle sinapsi. In conclusione, i neuroni opportunamente stimolati dall'ambiente superano il blocco genetico e impongono al cervello, o a sue singole parti, di procedere di gran carriera nello sviluppo di miliardi di connessioni tra i neuroni e, quindi, nel suo stesso sviluppo.