

7. *Salute mentale neonatale: funzionalità intersoggettiva nella “unità-diadica”*

di *Loredana Cena, Antonio Imbasciati*

7.1. Nature/Nurture: geni/esperienze ed epigenetica

Nell'ambito della psicologia per diversi anni si è delineato un dibattito sulla predominanza dei fattori genetici piuttosto che acquisiti, natura/cultura, nel determinare lo sviluppo dell'individuo: il dilemma natura/cultura torna a essere oggi di attualità, alla luce dei recenti contributi derivati dalle neuroscienze in relazione allo sviluppo cerebrale. La questione riguarda le modalità con cui i circuiti cerebrali si formano e l'incidenza con cui natura e cultura, geni ed esperienze, partecipano alla strutturazione del cervello nelle sue connessioni sinaptiche.

Le caratteristiche genetiche ereditarie concorrono in un processo di interazione dinamica con l'ambiente allo sviluppo della formazione della mente, a partire dal concepimento. La mente è l'espressione della funzionalità del cervello e viene a costruirsi progressivamente dall'elaborazione delle esperienze operata dal cervello stesso (cfr. capitolo 2 del nostro II volume di *Psicologia Clinica Perinatale*).

Alla nascita il bambino possiede un equipaggiamento fisiologico e psicobiologico che deve essere esposto alla cultura umana per poter realizzare pienamente il suo potenziale. Le nostre potenzialità si basano sulle strutture ereditarie del cervello, ma queste sarebbero del tutto insufficienti se su di esse non si sviluppasse le strutture che vengono ad essere costruite dalle esperienze (Gardner, 2006), integrando e modificando i percorsi neurali esistenti e facendo emergere nuove modalità comportamentali. La struttura neurale ereditaria, comune a tutti i mammiferi deve essere integrata con molte altre costruendo strutture neurali, soprattutto corticali, derivate dall'elaborazione che l'insieme neurale attiva a seguito delle esperienze interpersonali e ambientali, lungo tutto il percorso della vita, con la massima incidenza di quelle neonatali e dei primi due anni come nel riferimento a “I primi mille giorni di vita”. È in tal modo che si costruisce

(Imbasciati, 2006) il cervello, che renderà quella mente unica rispetto ad altre menti (Imbasciati, 2015b 2016a).

La nostra natura umana ci fornisce una predisposizione allo sviluppo di funzioni complesse come il linguaggio, ma la lingua che apprendiamo dipende dall'ambiente e dalla cultura in cui cresciamo. I dati derivati dall'esperienza vengono elaborati nelle strutture neurali, che si modificano esse stesse a seconda di quella specifica esperienza. Il cervello è un complesso e dinamico sistema in cui i processi istintivi naturali sono difficili da individuare, dato che non sono più espressi direttamente, ma sono filtrati e modificati dall'attività delle reti neurali che si sono costruite per esperienza.

La struttura del sistema nervoso centrale viene modellata dalle influenze ambientali e culturali in cui vive il soggetto: la cultura modella la mente (Hart, 2011). La biologia fornisce una base con delle potenzialità di sviluppo che saranno modulate dalla cultura: la cultura si traduce in diverse modalità di stare insieme, con il linguaggio, le storie, i significati, le tradizioni. La cultura dà senso alle azioni attraverso le intenzioni, all'interno di uno specifico sistema interpretativo condiviso (Bruner, 1986).

Il bambino nasce con predisposizioni innate che gli consentono di partecipare ad un ambiente culturale: la personalità che si formerà sarà l'esito di un processo di sviluppo influenzato anche dalle circostanze storiche e culturali. Il comportamento di chi accudisce un bambino ha un ruolo determinante nel favorire o ostacolare adeguate interazioni tra le predisposizioni ereditarie e le nuove reti neurali. Anche nei casi di elevato rischio genetico la manifestazione o meno dei difetti dipende dalla qualità dell'ambiente familiare, sociale, culturale in cui si sviluppa l'organismo.

Il Progetto Genoma Umano nel 2003 ha evidenziato che la sequenza completa del genoma umano ha permesso di individuare un'omologia del 99,9% tra gli individui. Il genoma umano contiene le istruzioni per lo sviluppo fisico e quindi per l'iniziale sviluppo del cervello. Si stima però che soltanto circa 50-70% di tutti i geni condizionino lo sviluppo del cervello. Fino a non molto tempo fa la tesi prevalente circa lo sviluppo cerebrale indicava la prevalenza del codice genetico nel determinare lo sviluppo e dava poca rilevanza all'ambiente e all'esperienza, tanto da far considerare che i geni preposti allo sviluppo cerebrale determinassero la specificità di reti neurali più evolute. Tuttavia non possediamo abbastanza geni per spiegare il complesso sistema che viene a regolare ogni particolare connessione sinaptica: le attuali scoperte delle neuroscienze hanno aperto le nuove vie di comprensione della strutturazione del cervello e nelle sue connessioni sinaptiche.

La struttura del cervello dei mammiferi è regolata da una matrice genetica che comprende anche programmi innati di sviluppo, ma i geni possono essere attivati ("espressione genica") solamente in determinate

circostanze e periodi dello sviluppo. Non tutti i geni si attivano contemporaneamente, il 70% del genoma viene “espresso” dopo la nascita (Schorre, 1994): la dinamica temporale dell’espressione genica dipende dall’interazione con l’ambiente; ci sono programmi genici che dispongono la morte di specifici gruppi di neuroni ed eliminano in modo selettivo cellule neurali in eccesso per far posto a possibilità più avanzate. Tali processi vengono regolamentati da mediatori chimici. La migrazione neurale e la formazione di miliardi di sinapsi sottostanno a principi generali, che non possono essere unicamente sotto il controllo genetico: è attraverso l’apprendimento culturale che è possibile tradurre operativamente le capacità complesse.

Lo sviluppo del cervello è il prodotto degli effetti che le esperienze esercitano sull’espressione del potenziale genetico. I geni contengono le informazioni che consentono ai neuroni, nel corso dei processi di differenziazione dei circuiti cerebrali, di collegarsi nelle sinapsi ed eventualmente morire, processi programmati geneticamente ma nello stesso tempo esperienza-dipendenti. I geni svolgono due funzioni fondamentali: consentire la trasmissione delle informazioni inscritte nel DNA alle generazioni successive e determinare, attraverso la trascrizione di queste informazioni, quali proteine vengano sintetizzate per costruire nuove reti neurali. L’espressione dei geni è influenzata dalle esperienze: per il cervello questo significa che le esperienze possono avere effetti diretti sui processi di differenziazione dei circuiti neuronali, consentendo la formazione di nuove connessioni sinaptiche, modificando quelle preesistenti o determinandone l’eliminazione.

Di attuale interesse sono le complesse scoperte dell’epigenetica: i fenomeni epigenetici alterano l’accessibilità fisica al genoma da parte di complessi molecolari deputati all’espressione genica e quindi modificano il funzionamento dei geni, tuttavia senza alterazioni nel DNA. L’epigenetica è in relazione a come le esperienze possono generare una espressività genica che può trasmettersi alle successive generazioni, producendo reti neurali che costituiscono lo sviluppo che potrà caratterizzare il cervello di specifici individui.

Lo sviluppo del cervello e della mente non derivano da una “maturazione” naturale regolata dal genoma, ma da apprendimenti neonatali e infantili che condizionano l’espressività genica nella formazione e trasformazione delle reti neurali dalle quali dipende la funzionalità del cervello di quell’individuo (cfr. cap. 2 del nostro II volume). Nel precedente capitolo gli studi di Montirosso forniscono dati sull’influenza epigenetica: esperienze precoci quali l’esposizione al dolore e/o la separazione dalla figura primaria, sperimentate ad esempio dal bambino nato pretermine, possono alterare in modo stabile le risposte allo stress neonatale.

7.2. Sviluppo cerebrale: direzione, tempo, eventi e regole

Le conoscenze nell'ambito delle neuroscienze sullo sviluppo cerebrale sono in continuo aggiornamento: è possibile ad oggi individuare quattro elementi di riferimento che potrebbero caratterizzare lo sviluppo del cervello: la direzione, il tempo, gli eventi e le regole (Bricolo *et al.*, 2010).

La direzione dello sviluppo cerebrale: il cervello umano contiene tre diversi "cervelli" interni, che sono il tronco encefalico, il mesencefalo/diencefalo e gli emisferi cerebrali con la neocorteccia. La corteccia è la struttura più recente in termini di evoluzione; in precedenza si è strutturato il mesencefalo/diencefalo e, ancor prima, la struttura più antica, il tronco encefalico. Alla nascita sono assicurate le funzioni vitali mentre le funzioni più complesse hanno il tempo di strutturarsi in maniera completa dopo la nascita.

Il tempo: la corteccia cerebrale raggiunge la sua piena maturità dopo il 20° anno di vita. Il sistema nervoso si sviluppa a partire dalla prima settimana dopo il concepimento, da uno strato cellulare chiamato ectoderma. A uno stadio più avanzato dell'embrione, le condizioni psicofisiche dell'ambiente-madre assumono un ruolo rilevante nel condizionare la formazione cerebrale del feto. Alla nascita gli stimoli a cui un bambino è esposto innescano e rinforzano specifici schemi di attività neurale, che attivano o meno le connessioni sinaptiche. Il periodo embrionale dura dalle due alle otto settimane dal concepimento, fino a quando non si sono formati i neuroni nel tronco encefalico e nel midollo spinale; durante la fase finale del periodo embrionale si formano i neuroni motori e nel feto si inizia lo sviluppo dei riflessi. Alla fine delle prime otto settimane, l'embrione umano presenta abbozzi di quasi tutti gli organi del corpo: il cervello è l'organo che cresce più rapidamente e rappresenta da solo metà della grandezza totale dell'embrione.

L'inizio dello sviluppo neurale della corteccia segna il passaggio dall'embrione allo sviluppo fetale: nel periodo dalle dieci alle diciotto settimane dal concepimento si formano i neuroni della neocorteccia; durante i primi novanta giorni le cellule si muovono in un processo di migrazione cellulare, dallo strato più interno della corteccia verso l'esterno e raggiunta la loro destinazione sviluppano connessioni neurali che si influenzano vicendevolmente. La proliferazione neurale prenatale raggiunge l'apice fra il terzo e il sesto mese di vita intrauterina. Nel corso dello sviluppo fetale i neuroni che si sono formati migrano per dare vita alle varie regioni del cervello, creando così una struttura cerebrale di base: è possibile che la migrazione cellulare sia vulnerabile, se non per disturbi genetici, per influenze ambientali, e che le diverse regioni cerebrali abbiano differenti ritmi di sviluppo. La cosiddetta paralisi cerebrale e comunque altre forme gravi di

ritardo mentale potrebbero essere dovute a influenze negative nei primi tre mesi dello sviluppo, mentre danni alla nascita potrebbero causare disturbi nella coordinazione temporale e spaziale dei movimenti (Hart, 2011); paralisi cerebrale e ritardo mentale potrebbero essere causati anche da traumi rilevanti durante la nascita.

Gli eventi: dal concepimento alla nascita si verificano una serie di fenomeni di sviluppo cellulare (neurogenesi e sinaptogenesi) che portano alla formazione e guidano lo sviluppo del cervello umano nelle diverse età. Il periodo fetale è caratterizzato da complessità e velocità nello sviluppo come in nessun altro periodo ed è soggetto a estrema vulnerabilità: le cellule continuano a svilupparsi con ramificazioni e connessioni, formando gruppi cellulari. I neuroni in eccesso vengono rimossi con i meccanismi di morte cellulare mirata (apoptosi) e di sfoltimento (pruning): i neonati nascono con un numero di neuroni elevato che poi, durante la prima infanzia, viene dimezzato, mentre i neuroni che rimangono vengono utilizzati e attivati frequentemente entrando a far parte di più complessi circuiti neurali più specializzati. Attraverso le esperienze è così possibile una differenziazione del tessuto cerebrale: il processo di sfoltimento sembra connesso a una specializzazione delle funzioni controllate dalle varie aree del cervello e la differenziazione neurale dipende dalla qualità della stimolazione ricevuta.

Durante il periodo fetale a seguito di connessioni neurali (cioè della formazione di progressive sinapsi), la struttura del cervello diventa funzionale. Intorno al sesto mese di gestazione comincia il processo di mielinizzazione, processo che prosegue nei primi giorni di vita: tutti i nervi nel sistema nervoso periferico e le fibre nervose nel sistema nervoso centrale vengono progressivamente ricoperte da una guaina mielinica; la mielina isola elettricamente l'assone del neurone e consente la massima velocità nella conduzione dell'impulso nervoso. La sostanza bianca del cervello – composta dalle guaine lipidiche di mielina che avvolgono gli assoni – si infittisce, rendendo la trasmissione dei segnali nervosi più veloce ed efficiente. La mielina funziona come isolante e consente di triplicare la velocità di trasmissione del segnale, aumentando l'efficienza delle connessioni neurali.

Il cervello cambia rapidamente con il progredire dell'età infantile (Sowell *et al.*, 2004): le prime aree cerebrali a svilupparsi sono localizzate nella parte posteriore del cervello: queste aree servono a “interpretare” l'esperienza diretta con l'ambiente, veicolata dagli apparati sensoriali per la gestione delle funzioni primarie (sensorimotorie). Le aree con funzioni più avanzate (coinvolte nell'orientamento spaziale, nel linguaggio e nelle attività ragionate) maturano per ultime, fino alla tarda adolescenza. La corteccia prefrontale e frontale, che sono le parti più legate alla razionalità, alla cognizione, alle funzioni sociali e al linguaggio, maturano ancora più tardi, attorno ai 25 anni: sarebbero queste le regioni che possono bloccare le de-

cisioni prese d'impulso sotto la spinta delle emozioni. Il cervello di un adolescente di 14-15 anni è parzialmente sviluppato e fortemente legato alle emozioni: il sistema limbico che media l'emotività e gli impulsi si sviluppa infatti precocemente, nelle parti interne del cervello. La prevalenza di comportamenti a rischio durante l'adolescenza è quindi facilmente spiegabile dall'immaturità di alcune regioni cerebrali rispetto ad altre, in particolare dallo scarso controllo delle regioni corticali frontali sugli impulsi primari. Studi a lungo termine (Giedd, 2008) hanno documentato che, più avanti nell'infanzia tra i sei e i dodici anni, avviene una seconda grande fase di sinaptogenesi creando nuove vie neurali.

Un secondo importante sfoltimento, delle connessioni si verifica nella preadolescenza e si protrae fin oltre i venti anni: in questa fase non viene alterato il numero dei neuroni, ma il numero delle sinapsi: tale fenomeno di "pruning sinaptico" produce una riduzione del volume totale corticale, dato dall'eliminazione delle connessioni neuronali meno usate. Durante l'adolescenza rimangono nel cervello meno connessioni ma più veloci. L'ultima parte del cervello a cui lo sfoltimento sinaptico conferisce forma e dimensioni adulte, è la corteccia prefrontale, sede delle cosiddette «funzioni esecutive»: pianificazione, definizione delle priorità, organizzazione dei pensieri, controllo degli impulsi, valutazione delle conseguenze delle proprie azioni e della capacità di prendere decisioni.

Le regole: i network neuronali si strutturano in funzione del loro uso, cioè a seconda del fatto che essi vengano o meno utilizzati e della frequenza; quelli che non vengono utilizzati, o vengono utilizzati meno, sono eliminati. La sinaptogenesi e il pruning rispettano una logica precisa legata alla regola del "use it or lose it" (usalo/perdilo): il pruning delle connessioni sinaptiche, è guidato sia dal corredo genetico, sia dal principio "ciò che non si usa viene perso" ("use it or lose it"). Questi meccanismi portano alla ridefinizione dei circuiti cerebrali che acquistano maggiore efficienza funzionale; Edelman (1987) ha chiamato questo sfoltimento delle sinapsi "darwinismo neurale", secondo la logica "use-it-or-lose-it"; rimangono e si strutturano solo quelle connessioni che vengono effettivamente utilizzate mentre le connessioni meno utilizzate vengono definitivamente eliminate.

L'essere umano cresce seguendo due regole principali: quella del "Top-Down" e quella del "Bottom-Up". Per meccanismo di Top-Down s'intende in genere il drive interno genetico, mentre per meccanismo di Bottom-Up s'intende la stimolazione proveniente dall'ambiente esterno (Taylor, 2010). È necessario considerare questa interazione per comprendere appieno i fenomeni che avvengono durante la crescita. Seguendo il modello teorico del Top-Down e del Bottom-up, il gruppo di ricercatori diretto da Hanry Chugani ha dato inizio ad una serie di studi volti a verificare l'ipotesi che la

deprivazione sociale comportasse un'alterazione della crescita e dello sviluppo del cervello in soggetti in età evolutiva che non hanno ricevuto adeguati stimoli relazionali e affettivo-emotivi. Lo studio è stato realizzato indagando la popolazione di bambini negli orfanotrofi dell'Est europeo: sono stati introdotti termini quali “early severe socioemotional deprivation” (Eluvathingal, Chugani *et al.*, 2006), o “early deprivation” (Behen, 2009; Govindan, 2010) per indicare la profonda deprivazione sociale riscontrata a livello comportamentale nei soggetti cresciuti negli orfanotrofi. Neonati cresciuti in orfanotrofio che presentavano episodi di marasma mentale, depressioni anaclitiche, scarsa salute fisica e alta mortalità, apatia erano già stati osservati da Spitz nel 1946: gli attuali studi neuro scientifici hanno consentito di rilevare le evidenze empiriche della sofferenza cerebrale. Dagli studi sulla morfologia cerebrale di questi bambini è emersa una sensibile riduzione della sostanza bianca nei lobi frontali, temporali e parietali, in particolare di alcuni fasci cerebrali coinvolti nei processi linguistici. Questo studio ha inoltre messo in luce la correlazione esistente tra il tempo di permanenza negli orfanotrofi con il punteggio ai test per i disturbi di attenzione e iperattività (Govindan, 2010): all'aumentare della permanenza negli istituti, crescevano i disturbi di attenzione e di comportamento. Sebbene il cervello nel suo sviluppo segua un modello geneticamente guidato, esperienze di deprivazione ambientale alterano la normale traiettoria di sviluppo cerebrale. Utilizzando la Risonanza Magnetica, è stata dimostrata una correlazione tra alterata connettività delle fibre cerebrali e i comportamenti devianti riscontrati in questi bambini, i quali rispetto ai coetanei vissuti in normali famiglie, mostravano un'anomala distribuzione delle fibre che collegano la corteccia frontale alle aree sottocorticali. Nello specifico, le fibre fronto-striatali risultavano ridotte e questa anomalia potrebbe spiegare la presenza dei deficit comportamenti (come l'iperattività, l'impulsività e lo scarso controllo attentivo) nei bambini istituzionalizzati: secondo altri studi questi sarebbero maggiormente esposti anche al rischio di disturbi psichiatrici (Pluye, 2001) e Zeanah (2009).

7.3. La plasticità, nuovo paradigma: esperienze in-corporate nelle strutture neurali

Il cervello dunque si sviluppa modificandosi continuamente nel corso della vita: forma e alcune connessioni cerebrali dipendono dalle disposizioni geniche (fattori intrinseci di sviluppo), dal nutrimento dato al feto, dai nutrienti necessari affinché le disposizioni genetiche possano costituirsi e da altri fattori neurotrofici, tuttavia, lo sviluppo di ogni regione del cervello dipende in larghissima parte da cosa un determinato individuale

cervello riesce a fare delle afferenze che riceve, creando sinapsi, cioè nuove connessioni tra i neuroni: le connessioni neurali sono l'elemento cardine dello sviluppo cerebrale. Il cervello viene pertanto ad esser "costruito", individualmente, in base a come ogni esperienza viene ad essere elaborata dalla struttura funzionale neurale che è presente nel momento in cui detta esperienza esterna accade (cfr. Il nostro vol. cap. 2).

L'esperienza permette al cervello di adattarsi ad un ambiente in continua variazione: la "neuroplasticità" è la capacità delle sinapsi, che consente ai diversi sistemi cerebrali di codificare le afferenze costituendo esperienze (Kandel, 2000) e conservandole come memoria. L'esperienza lascia così la sua traccia (Ansermet, Magistretti, 2004) nelle sinapsi che si costruiscono e vengono rimodellate continuamente (Kandel, 2001). Se le sinapsi di uno specifico sistema non potessero essere modificate, questo sistema non possiederebbe la capacità di cambiamento a seguito dell'esperienza, né di conservare lo stato modificato: cioè il cervello non sarebbe in grado di imparare e memorizzare quello che avrebbe potuto imparare a fare.

La plasticità neurale ha consentito il passaggio dalla predeterminazione genetica alla teoria della flessibilità epigenetica e l'importanza dell'individualità dell'esperienza. La plasticità è la base dei meccanismi della memoria e dell'apprendimento: la capacità di apprendere e di creare memoria sono inseriti nella biologia neurale, ma ciò che apprendiamo, e quindi la formazione degli specifici circuiti (reti neurali, sinapsi) che caratterizzano il cervello e ne serbano memoria, dipende dalle esperienze e dalle possibilità che se ne mantenga memoria nelle modificazioni delle reti neurali. Tutti gli esseri umani posseggono alcuni processi primitivi mediati dai medesimi meccanismi cerebrali, ma il modo in cui questi operano e soprattutto con cui si integrano con i successivi, è determinato dal peculiare insieme esperienziale di ciascuno.

Le neuroscienze, con gli studi sugli animali, evidenziano come l'apprendimento sia determinato da un aumento delle connessioni sinaptiche, connesso all'attivazione dell'espressione genica (Kandel, 2005): la presenza di stimoli esterni modifica la connettività neurale e pertanto costruisce funzionalità, che possono essere ulteriormente modificate. Il funzionamento dei circuiti neurali non è solo sensibile alle esperienze precoci, ma viene continuamente condizionato e modificato da quelle nuove: le afferenze, costituite in esperienze¹, determinano quali connessioni debbano essere rinforzate e quali ridotte. Le connessioni attivate più di frequente vengo-

1. Si ricordi che "esperienza" riferita al cervello, non indica l'esperienza esterna reale, ma quella interna, nel cervello, fatta da un determinato individuo elaborando le afferenze esterne secondo la funzionalità neurale in esso presente e attiva nel momento in cui esse giungono.

no mantenute e sviluppate: questo processo consente al cervello di adattarsi all'ambiente esterno.

Le tracce costituite dalla rete sinaptica determinano anche il tipo di relazioni che il soggetto intrattiene con il mondo esterno: dunque avrebbero effetto sul suo destino (Ansermet, Magistretti, 2004): questo potrebbe portare alla considerazione di una probabile instabilità dell'individuo, sottoposto a continui cambiamenti, con il problema di una conservazione nel tempo dell'identità del soggetto e della sua stabilità. In realtà tali caratteristiche psicologiche cambiano nello scorrere degli eventi, anche se la nostra coscienza ce le fa vivere come identiche e stabili nel tempo.

La plasticità è connessa all'individualità delle esperienze personali e conferisce pertanto caratteristiche specifiche di unicità ad ogni cervello: il testo di Ansermet e Magistretti "A ciascuno il suo cervello" illustra questi concetti. Il tema della plasticità in neuroscienze implica diversità e individualità, specifici aspetti che caratterizzano l'oggetto di indagine della psicoanalisi: questo ha contribuito a creare un riavvicinamento e una possibile integrazione tra i contributi delle neuroscienze e quelli della psicoanalisi. Gli autori considerano che si potrebbe addirittura concepire una causalità psichica in grado di modellare l'organico – aspetto indagato dall'epigenetica – in quanto si può ipotizzare che l'elaborazione delle esperienze che modifica continuamente il cervello possa in parte trasmettersi alle future generazioni, creando cervelli nuovi (cfr. cap. 2, I parte I vol.). Il livello di espressione di un dato gene può essere determinato dalle peculiarità della esperienza: questo può dimostrare l'importanza dei fattori epigenetici nell'attuazione di un "programma genico" (Kandel, 2001).

La diatriba natura/cultura attraverso il concetto di "plasticità" non avrebbe più ragione: con il ruolo fondamentale della esperienza, la plasticità rende libero il soggetto dal determinismo genetico. Secondo Ansermet e Magistretti non vi sarebbero più determinazione genetica, da un lato, e determinazione ambientale dall'altro, ma due determinazioni la cui articolazione andrebbe rivisitata attraverso la plasticità: si aprono gli orizzonti per un nuovo paradigma.

Gli autori evidenziano anche un importante aspetto della plasticità neuronale: le tracce lasciate dall'esperienza sarebbero associate a stati somatici e questo aspetto coinvolgerebbe la corporeità: le tracce dell'esperienza sono incorporate. La plasticità del cervello contribuisce a costituire tracce della realtà esterna creando una realtà interna a cui sono associati stati somatici. Fino a che punto gli stati somatici, che diventano psichici, potrebbero diventare "nuovi corpi"?

La plasticità neuronale può contribuire anche ad una discussione attuale in relazione alla nascita della mente dal cervello: il cervello è costituito da materia, i neuroni, e i meccanismi di plasticità sono incentrati sui contat-

ti tra neuroni, le sinapsi in cui avviene il trasferimento delle informazioni. Gli stimoli provenienti dal mondo esterno, elaborati dalle reti preesistenti, lasciano una traccia nella rete neurale in forma di modifiche della stessa efficacia sinaptica (Ansermet, Magistretti, 2004; Imbasciati, 2015 b). Vengono a costituirsi reti neurali il cui funzionamento consente di percepire il mondo esterno, ed altre che consentono di conservare questa capacità: nel cervello vengono così a costituirsi meccanismi automatizzati per formare le percezioni, altri per conservarli ed altri ancora per recuperarle **xxxxx** in ogni momento e serbare memoria di quanto percepito. Tuttavia non vi è corrispondenza tra ciò che fu percepito e la sua relativa evocazione mnestica soprattutto se questa si traduce nella coscienza di un “ricordo”. L’esperienza che fu vissuta può perdersi tra i passaggi della sua elaborazione psichica e la traccia lasciata dalla esperienza può essere trasformata più volte in modo differente (Imbasciati, 2016 a,b, 2017). La traccia – reti neurali – dell’esperienza permessa dai meccanismi di plasticità si integra continuamente con altre successive: la realtà psichica va così al di là delle esperienze che hanno determinato le reti neurali che hanno segnato le singole tracce: l’esperienza viene elaborata più volte attraverso processi di fusione, modificazione, frammentazione, fino a perdere le peculiarità dell’evento iniziale, anche se questo aveva causato tracce a loro modo durature. È così che la memoria cambia e ancor più cambiano i ricordi che la coscienza del soggetto può richiamare (Imbasciati, 2016a).

Un altro processo sarebbe coinvolto nel continuo cambiamento del cervello: la neurogenesi. Vi sarebbero processi, peraltro ancor poco studiati, che consentirebbero di generare nuovi neuroni; si sta inoltre esplorando la funzione delle cellule gliali, gli astrociti, che avvolgono le sinapsi aumentando la funzione: “la plasticità sembra essere una questione di natura gliale oltre che neurale” (Ansermet, Magistretti, 2004, p. 59).

La plasticità implica dunque che l’esperienza lasci traccia nella formazione di reti neurali: un evento vissuto può persistere, attraverso una traccia “incarnata”, che però può essere rimaneggiata da altre tracce. Si tratta di memoria implicita. Gli autori sopra citati affermano pertanto che il soggetto può partecipare dunque al proprio divenire attraverso la sua rete neurale.

Ansermet e Magistretti esprimono anche una tesi in relazione alla presenza delle emozioni associata agli stati somatici connessi all’esperienza: la percezione sarebbe neutrale dal punto di vista emotivo cosciente, ma il richiamo dello stato somatico ad essa sempre associato e alle tracce che questo ha lasciato nella rete sinaptica sarebbero un elemento determinante nell’esperienza percettiva stessa. Uno stimolo del mondo esterno attiva il sistema sensoriale, innescando la costruzione di una percezione: associato a una risposta somatica (esempio variazione del ritmo cardiaco), il simultaneo verificarsi di uno stimolo esterno e di uno stato somatico consenti-

rebbe sia la consapevolezza, sia talora una qualche consapevolezza di un'emozione legata alla percezione. Una regione del cervello, l'amigdala, mette in relazione la percezione e le sue registrazioni con le risposte somatiche attraverso connessioni con la corteccia prefrontale: l'amigdala è connessa con i sistemi neurovegetativo, endocrino e la corteccia prefrontale in cui si registrerebbero le tracce e dove queste si associano a stati somatici, per formare una realtà interna connessa al comportamento.

Cristina Alberini (2013, 2015) in suoi recenti contributi ha rilevato come solo uno stato emozionale adeguato (con un arousal né troppo basso né stressante) consenta la formazione di tracce mnestiche: gli aspetti emozionali sarebbero implicati nella trascrizione delle tracce lasciate dall'esperienza (cfr. oltre 9.5).

7.4. Infanzia prolungata, fattore indispensabile per lo sviluppo cerebrale umano

La formazione di nuovi circuiti neurali nelle fasi precoci dello sviluppo fetale dipende dagli stati di attivazione neurale: una stimolazione insufficiente determina fenomeni di morte cellulare programmata (apoptosi) con una riduzione del numero di circuiti neurali e della loro connettività.

L'afflusso sensoriale contribuisce ad attivare il sistema nervoso: così, durante la gestazione, la sensorialità fetale prepara alla gestione degli stimoli più intensi alla nascita: i nati prematuri hanno necessità di proteggersi da una quantità eccessiva di stimoli esterni per i quali non sono ancora preparati. L'attività fetale è indispensabile allo sviluppo del corpo e dell'organizzazione sensoriale: essa dipende dallo sviluppo neurale; lo sviluppo di attività senso-motorie nel periodo fetale è connesso alla sensorialità e avviene per mezzo della costruzione di schemi motori automatizzati. Questi schemi motori sono dipendenti dalla plasticità neurale.

Nell'ultimo trimestre di gestazione gli stimoli sensoriali prevalenti sono costituiti dal battito cardiaco e dalla voce materna, e quelli che provengono dal movimento: i movimenti della madre gestante stimolano il sistema vestibolare fetale e l'attività fisica materna con vibrazioni e pressioni stimola il feto. Le madri alla nascita spesso dondolano i bambini con la stessa frequenza del loro battito cardiaco (Hart, 2011).

Dal momento del concepimento l'ambiente materno è condizionante per il feto e i processi di migrazione cellulare sono influenzati non solo da fattori genetici o da sostanze dannose, ma anche dalle esperienze (emozioni) a cui è esposta la madre: i relativi ormoni della madre mediano l'espressione dei geni del cervello del feto; alterazioni nella increzione ormonale materna possono determinare una espressione genica nel cervello del feto; in

alcuni casi questi cambiamenti possono avere una influenza per tutta la vita (Schoore, 2001 a,b). Gli studi sulle influenze delle stimolazioni stressanti e sulla regolazione dello stress fetale evidenziano una vulnerabilità neurofisiologica fetale che può perdurare nel tempo.

Le esperienze fetali/neonatali e il momento in cui avvengono sono importanti per lo sviluppo: il cervello cresce in funzioni dipendenti dalle esperienze di vita individuale. Secondo la legge di Hebb (1949), i neuroni che scaricano insieme stringono tra loro connessioni reciproche, coordinano la propria attività, si collegano gli uni con gli altri. I neuroni si adattano reciprocamente, cioè si sincronizzano: ogni attività motoria, apprendimento e memoria implica che più neuroni siano ripetutamente attivati insieme. Ogni neurone può formare una componente in un numero infinito di reti neurali: più il cervello viene usato, più potente sarà la quantità di informazioni che i neuroni si scambiano e più facilmente si conseguirà un qualche apprendimento: ogni apprendimento viene spiegato in termini di aumento dei circuiti neurali o di modificazioni di quelli esistenti. L'apprendimento opera secondo questo principio e i neuroni che scaricano spesso sviluppano connessioni più forti rispetto ai neuroni che scaricano meno frequentemente.

L'infanzia prolungata nel tempo è un fattore positivo per gli esseri umani. Il periodo prolungato di dipendenza consente un adattamento a creature la cui capacità primaria consiste nell'apprendere. Gli esseri umani nascono per comunicare e condividere le interazioni sociali: dalla nascita stringono relazioni e apprendono a usare sistemi dotati di significato attraverso le costanti interazioni con figure di accudimento. La natura umana è cultura, e la cultura è il mezzo per trasmettere le esperienze per via transgenerazionale, di generazione in generazione: interessanti a questo proposito sono gli attuali studi sulla transgenerazionalità (cfr. cap. 16).

Le strutture genetiche del sistema nervoso determinano il modo in cui un soggetto interagisce con l'ambiente e vengono a loro volta trasformate dalle risposte dell'ambiente stesso: come suggeriva Stern, non è possibile delimitare una distinzione tra ciò che è all'interno e ciò che è all'esterno del sistema nervoso: siamo predisposti ad interagire con il sistema nervoso di altri soggetti (Stern, 2001); lo psichismo umano ha origine dentro e fuori il soggetto (Canestri, 2001): l'essere umano in quanto tale, per nascere alla vita psichica, necessita di altri esseri umani, in un senso che va oltre l'accudimento dei primi anni di vita. Il cervello si struttura continuamente mediante le sollecitazioni esperienziali attraverso le relazioni interpersonali con le figure affettive di riferimento: a seconda di come funziona e delle strutture acquisite, il cervello modifica il modo stesso con cui apprenderà successivamente. Verranno condizionate a loro volta anche le modalità di interazione e a seconda di come vengono elaborate le esperienze prenderanno forma nuove capacità funzionali cerebrali: il cervello elabora le

componenti che recepisce, le integra tra di loro e costruisce così progressivamente le proprie funzioni e conservandone memoria si trasforma nella propria funzionalità. La struttura funzionale del cervello, a seconda del proprio funzionamento, condizionerà e trasformerà a sua volta le relazioni interpersonali (Imbasciati, 2015 a,b).

7.5. Il contatto umano crea connessioni sinaptiche: esperienze intersoggettive primarie, in-corporate nelle strutture neurali della mente nascente

L'individuo è un essere sociale con funzioni psicologiche che dipendono dalle interazioni e dagli scambi con l'ambiente sociale lungo tutto il suo sviluppo: gli esseri umani sono predisposti a stabilire relazioni con le figure primarie di accudimento e questo consentirebbe loro di dispiegare le proprie potenzialità genetiche, a seguito delle interazioni (Schore, 1994). Siegel ha descritto molto bene le caratteristiche peculiari della mente umana come "Mente relazionale" (Siegel, 1999): la mente cresce e si sviluppa entro relazioni umane.

L'ambiente in cui si sviluppa il bambino regola dunque l'organizzazione funzionale del sistema nervoso in via di sviluppo (Edelman, Tononi, 2000), nella sua funzione di formazione, selezione e consolidamento delle connessioni sinaptiche (Schore, 1994). Dalla nascita gli stimoli sensitivo-sensoriali da cui il neonato viene sollecitato innescano e rinforzano l'attività neurale. I neonati diventano in grado di riconoscere e discriminare informazioni sensoriali diverse e integrare esperienze nuove, anche quando sono costituite da elementi indipendenti: suoni, luci, impressioni tattili, olfattive, gustative, elaborate da differenti aree cerebrali e integrate da specifici gruppi di circuiti di neuroni, costituiscono un sistema capace di effettuare elaborazioni parallele e indipendenti, relative a numerosi eventi simultanei durante le relazioni interpersonali (Stern, 1985, 1995): da qui la "percezione amodale e trasmodale".

Chi accudisce il bambino influenza il suo sviluppo cerebrale: il potenziale genetico si sviluppa a seguito di peculiari esperienze di contatto umano-ambientale-sociale, che influenzano le modalità di connessione tra i neuroni. Il contatto umano crea connessioni sinaptiche: le prime esperienze neonatali derivano dalla relazione corporea, intercorporea, del bimbo con la madre, veicolate da altre esperienze non verbali di comunicazione. Le prime memorie neonatali sono originate nell'interazione con corporeità materna (cfr. cap. 11 I parte). Le prime relazioni contribuiscono a formare le basi della personalità del bambino: la qualità e la natura di tali relazioni (Hart, 2011) condizionano il suo sviluppo psicologico e neurofisiologico.

Il neonato possiede potenzialità biologiche e sociali per comunicare e interagire con le persone. È predisposto a sviluppare rapporti interattivi: è in grado di imitare già dai primi giorni di vita semplici espressioni facciali come la protrusione della lingua, guardando il viso di un adulto di fronte a lui; all'età di due mesi è capace di rispondere a un volto sorridente oppure a un'espressione di sorpresa (Meltzoff, Moore 1977; Stern, 1985); i bambini sono in grado di condividere sentimenti altrui e comprendere le intenzioni.

Queste prime manifestazioni comunicative sono il presupposto dell'intersoggettività. Come sostengono Ammaniti e Gallese (2014), una matrice intersoggettiva primaria ha inizio immediatamente dopo la nascita, caratterizzata da un orientamento reciproco madre-neonato, stimolata dalla capacità umana di orientarsi verso i volti e il contatto oculare. I neonati, mediante una specifica connettività neurale che si costruisce nell'ultima fase della gestazione tra le regioni motorie e le future aree visive del cervello, sono in grado di imitare gesti espressivi eseguiti dall'adulto.

Come tutti i primati e molti altri animali, siamo esseri sociali che ricercano gli altri individui per impegnarsi in scambi interattivi e imitativi reciproci, la cui vita dipende dalla capacità di capire cosa fanno gli altri, comprendendone le intenzioni e interpretandone i sentimenti. Senza questa capacità non riusciremmo a interagire gli uni con gli altri, né tanto meno a creare forme di convivenza sociale. Le azioni degli altri, come pure le loro intenzioni e le loro emozioni, sono captate dai sistemi sensoriali e trasferite al sistema motorio dell'osservatore, permettendogli così di avere una copia motoria del comportamento osservato, quasi fosse lui stesso a eseguirlo. I neuroni che compiono questa trasformazione dell'azione da un formato sensoriale a uno motorio sono stati individuati come neuroni specchio.

La scoperta dei neuroni specchio nella corteccia premotoria e parietale della scimmia, e la successiva scoperta dell'esistenza di un sistema specchio anche nell'uomo, ha permesso di chiarire i meccanismi neurofisiologici alla base di numerosi aspetti della cognizione sociale. Durante l'apprendimento imitativo si attiverebbe il sistema dei neuroni specchio presenti nelle aree premotorie e parietali posteriori (Gallese *et al.*, 1996; Rizzolatti *et al.*, 1996; Rizzolatti, Craighero, 2004): la scoperta dei neuroni specchio ha aperto interessanti prospettive per un cambiamento di paradigma nella ricerca neurocognitiva, quello dell'intersoggettività.

Gallese ci indica che questi meccanismi di simulazione ci forniscono uno strumento per condividere a livello esperienziale gli stati mentali altrui, si tratta di una "simulazione incarnata", correlato funzionale dell'empatia. La prima fonte di conoscenza che noi deriviamo dagli altri ci proviene dalla "intercorporeità" (Gallese, 2007): la teoria della simulazione incarnata evidenzia come noi utilizziamo i nostri stati mentali rappresentati in un forma-

to corporeo per attribuirli funzionalmente agli altri; i processi mentali vengono incarnati primariamente in virtù del loro formato corporeo. Con la simulazione incarnata Gallese spiega il meccanismo specchio (Gallese *et al.*, 2006): i neuroni specchio mappano le azioni osservate e personalmente eseguite, così come le emozioni e le sensazioni che possono essere osservate e soggettivamente esperite; il termine e il concetto di “incarnata” viene utilizzato per spiegare come gli eventi neurobiologici possano spiegare gli stati mentali. Con il processo della simulazione incarnata le rappresentazioni interne degli stati del corpo associati alle azioni, alle emozioni e alle sensazioni, vengono richiamati nell’osservatore come se lui stesso eseguisse una simile azione o sperimentasse una simile emozione o sensazione: il sistema dei neuroni specchio costituisce pertanto il correlato neurobiologico dell’intersoggettività.

Ammaniti e Gallese sottolineano inoltre come una intercorporeità descriva un aspetto cruciale dell’intersoggettività, non perché questa sia filogeneticamente e ontogeneticamente fondata su una mera somiglianza tra il nostro corpo e quello degli altri in virtù di una similarità superficiale e percettiva, bensì per meccanismi mentali. L’intercorporeità descrive un aspetto cruciale dell’intersoggettività, poiché noi e gli altri condividiamo gli stessi oggetti intenzionali: inoltre “i nostri sistemi motori situati sono cablati in maniera simile per raggiungere scopi simili” (Ammaniti, Gallese, 2014, pp. 43).

Ammaniti (cfr. cap. 2) evidenzia come la nascita dell’intersoggettività si ripercuota sulla costruzione della mente e riporta la descrizione dell’osservazione di una interazione precoce di allattamento al seno di una neonata tra le braccia della madre: un “insieme” relazionale che può essere osservato “all’unisono” come madre-bambina che stanno comunicando con uno stesso ritmo, con una alternanza non verbale di turni e una corrispondenza sincronica degli stati emozionali affettivi, in un “momento di incontro”, in cui è presente un senso di connessione e di condivisione affettiva, ma anche cognitiva in cui la madre comprende la sua piccola bimba. L’autore fa riferimento al sistema motivazionale della Intersoggettività descritto da Stern (Stern, 2004) separato e complementare a quello dell’attaccamento, che regola le esperienze di condivisione e di appartenenza: la connessione intersoggettiva implica un “noi”, con un senso di appartenenza, in questo caso all’“unità-diadica” in cui è evidente la connessione reciproca intersoggettiva, madre-neonata. Le funzioni psichiche, scrive Ammaniti in altri lavori, dipendono dalla qualità dell’incontro intersoggettivo (Ammaniti, Cimino, 2006): la bimba può elaborare il suo “essere con la mamma”, contenuta e compresa nei suoi bisogni fisici ed emozionali, nella reciprocità dell’interazione, in uno “scambio intersoggettivo”.

L'altro sistema motivazionale, quello dell'attaccamento, implica una predisposizione biologica del neonato a stabilire legami con chi si prende cura di lui. I genitori con le loro modalità interattive, educative e culturali influiscono sullo sviluppo del sistema di regolazione affettiva del loro bimbo, e questo concorre a modulare le funzioni relative all'attaccamento. La teoria dell'attaccamento sviluppata da Bowlby indica l'attaccamento come la componente biologica che permette all'individuo di stabilire legami con altri suoi simili: nel contempo il processo di attaccamento con le figure di accudimento favorisce lo sviluppo di funzioni cognitive che consentono al bambino di appropriarsi degli elementi della propria cultura (Fonagy *et al.*, 2002).

Le precoci interazioni intercorporee con il genitore favoriscono connessioni sinaptiche e lo sviluppo cerebrale: lo strutturarsi di un legame di attaccamento è inoltre collegato alla regolazione del sistema endocrino e nervoso del bimbo. Lo stato emozionale del neonato viene regolato dalla madre, poi egli impara gradualmente a regolarsi a seguito dell'azione combinata della stimolazione esterna e del proprio sviluppo neurofisiologico: la madre funzionerebbe da "regolatore esterno" (Hofer, 1984) dell'attività neurochimica del cervello del neonato. Le esperienze relazionali-sensoriali quotidiane durante l'accudimento, piuttosto che stati di deprivazione o traumi, possono rinforzare o indebolire specifiche connessioni sinaptiche: gli stimoli esterni influenzano i sistemi cerebrali responsabili della regolazione psicobiologica, i quali a loro volta influenzano la secrezione ormonale e la produzione di neurotrasmettitori.

I cambiamenti dell'ambiente sociale durante l'infanzia portano a una continua riorganizzazione delle strutture cerebrali: le modalità di interazione tra le figure di accudimento e il neonato si "imprimono" nel suo sistema nervoso in via di sviluppo, e diversi tipi di stimolazioni si organizzano in specifici schemi fisiologici e psicobiologici all'interno del sistema nervoso. Di qui gli "stili" dell'attaccamento. Gli scambi affettivi precoci tra neonato e figure di accudimento costituiscono così la base di un meccanismo di autocontrollo che rimarrà un principio organizzativo fondamentale per tutta la vita.

Le comunicazioni preverbalì e non verbali sono corporee: implicano funzioni non verbali implicite connesse allo sviluppo dell'emisfero destro, che dalla primissima infanzia ha un ruolo determinante per la recezione delle informazioni e per le funzioni che gestiscono le situazioni stressanti, di cui controlla la regolazione.

L'emisfero destro è dominante nella prima infanzia (Schoore, 1994), per l'elaborazione delle informazioni facciali, prosodiche, somatiche: le emozioni primarie vengono espresse attraverso le espressioni facciali e compaiono precocemente nello sviluppo; sono correlate ad attività del sistema nervoso autonomo e insorgono in modo automatico. I processi emozionali sono ovvia-

mente automatici e fuori dalla consapevolezza (Schore 2003 a,b). Il cervello destro, che elabora le emozioni e si sviluppa precocemente, è dominante nei neonati e durante i primi tre anni di vita (Schore, 2003 a,b): la morfologia dell'emisfero destro è più sviluppata di quella del sinistro a partire dalla 25^a settimana di gestazione; questo anticipo permane fino a quando l'emisfero sinistro non inizia l'espansione postnatale dal secondo anno di vita.

La risonanza magnetica cerebrale effettuata a bambini piccoli ha rilevato che il volume del cervello aumenta nei primi due anni di vita e una rassomiglianza con il cervello adulto viene raggiunta verso i due anni di vita. La maggior parte delle vie nervose possono essere identificate all'età di tre anni e nei bambini di due anni di età l'emisfero destro ha un volume significativamente maggiore rispetto a quello sinistro.

Dalle ricerche empiriche condotte attraverso la risonanza magnetica l'emisfero destro del bimbo, dominante nell'elaborazione dell'informazione emotiva, visiva e prosodica, per il riconoscimento delle espressioni affettive materne, è sintonizzato dal punto di vista psicobiologico con l'emisfero destro della madre. Il "trasferimento affettivo" interattivo tra gli emisferi destri della diade madre-bambino viene descritto da Schore come "intersoggettività" (2003 a,b): gli studi sull'emisfero destro stanno fornendo sempre maggiori indizi sulla neurobiologia della soggettività e della intersoggettività.

La possibilità di connettersi con la mente dei caregivers è fondamentale per lo sviluppo dei circuiti cerebrali del neonato che mediano le capacità di autoregolazione: Schore (2003) riporta diverse evidenze sperimentali dei cambiamenti cerebrali che gli scambi affettivi regolati e non regolati (dysregulated) dei primi rapporti possono arrecare allo sviluppo cerebrale del bimbo, in particolare dell'emisfero destro.

Le attuali neuroscienze affettive stanno indagando i substrati cerebrali implicati nel controllo degli stati emozionali: la funzione di regolazione degli affetti sarebbe lateralizzata a destra. Secondo Schore la psicoanalisi intersoggettiva fa riferimento a un inconscio relazionale attraverso cui una mente-cervello comunica a livello di espressioni non verbali implicite con un'altra mente-cervello: queste prime forme di esperienze relazionali implicite, che contribuiranno alla strutturazione del legame di attaccamento, implicano l'attivazione del cervello destro.

Nel rispecchiamento con il volto del genitore si forma il primo senso del Sé del bimbo: secondo Schore dati convergenti di tipo neuropsicologico e neurobiologico indicano che l'emisfero destro ha un ruolo determinante nella costruzione del primitivo Sé implicito, coerente, continuo e unitario. I fallimenti della regolazione del Sé e delle interazioni con il genitore, sarebbero alla base delle psicopatologie che si formano nei primi periodi della vita: la disregolazione affettiva sarebbe il meccanismo fondamentale dei

disturbi psichiatrici (Schoore, 2003 a,b). Schoore fa riferimento ad una teoria della regolazione per indicare quanto sia importante trattare in un ambito intersoggettivo i disturbi del Sé con radici evolutive precoci: i disturbi primari o secondari del legame di attaccamento si manifesterebbero come disturbo del Sé o della regolazione interattiva.

7.6. “Periodi critici” nello sviluppo perinatale

La crescita esponenziale delle funzioni del cervello umano inizia a partire dall'ultimo trimestre di gravidanza e prosegue fino alla metà del secondo anno di vita: il sistema nervoso è formato già prima della nascita, ma le sue capacità funzionali si sviluppano ulteriormente dopo. I fattori biologici costituiscono predisposizioni, le condizioni delle interazioni con il mondo esterno a loro volta ne modellano l'effetto. Alcune predisposizioni innate sono più sensibili di altre alle influenze esterne; alcuni geni si esprimono solo in certe circostanze esperienziali e ambientali e se queste non si manifestano, i relativi processi non possono venire attivati.

I geni non esercitano tutta la loro influenza con la nascita, ma vengono periodicamente attivati durante la crescita dalle esperienze (Schoore, 1994): esistono dei momenti specifici dello sviluppo in cui i fattori genetici e la loro espressione sono maggiormente soggetti all'influenza proveniente dall'ambiente. Si fa riferimento a un concetto di “periodo critico” o sensibile: la plasticità cerebrale è massima dopo la nascita, ma ci sono periodi critici, nello sviluppo del neonato e del bimbo, in cui è importante che i sistemi e le funzioni ricevano adeguate stimolazioni, in quanto le condizioni e gli eventi che si verificano in questi periodi possono avere effetti a lungo termine sullo sviluppo cerebrale. La flessibilità è differente a seconda delle componenti del sistema nervoso ed è individuale.

I periodi critici sono momenti ottimali per lo sviluppo e l'apprendimento ma implicano una certa vulnerabilità: lo sviluppo dell'organismo dipende da specifici stimoli in determinati periodi, altrimenti le relative funzioni possono perdersi; stimolazioni successive non riescono a vicariare l'opportunità andata perduta, come può accadere nei bambini che hanno subito traumi ripetuti, lesioni cerebrali, privazioni eccessive. Un ambiente deprivante, così come lesioni cerebrali precoci, possono causare gravi danni in quanto interferiscono nello sviluppo funzionale di molte aree anche sottocorticali (Hart, 2011). A livello biomolecolare si ricorda che “esperienza” non significa “stimolazione”: quest'ultimo termine indica semplicemente le afferenze che giungono al cervello, ma queste devono essere elaborate, dal cervello stesso, o meglio da quel cervello che trovano strutturato in quel

momento: questa elaborazione è più propriamente “esperienza”, che crea nuove reti neurali, che si integrano con le precedenti, modificando la funzionalità globale. Questo è “plasticità neurale”. Ad ogni istante lo stato di un cervello è la matrice di come saranno strutturate le successive esperienze: se queste trovano una matrice deficitaria, verranno elaborate e strutturate come esperienze negative anche se le circostanze esterne che arrivavano ai sensi erano buone, cioè tali che, se elaborate da una matrice migliore, avrebbero prodotto effetti positivi. C’è dunque un circuito vizioso peggiorativo: ciò spiega perché un recupero è tanto più difficile quanto più precoce fu il deficit.

I circuiti neurali che si formano nel periodo neonatale hanno dunque una profonda influenza sui periodi successivi dello sviluppo: è pertanto determinante che il bambino abbia esperienze appropriate durante l’infanzia anzi, quanto prima, perché con l’età diventa sempre più difficile modificare i circuiti neurali globali. Le nuove esperienze sono condizionate da come funziona la precedente struttura: quanto più questa è complessivamente strutturata, tanto più è difficile che nuove esperienze mutino la struttura globale. C’è pertanto un “effetto a cascata” nello sviluppo (Imbasciati, 2015 b, 2016 a,b, 2017): la precedente strutturazione condiziona l’effetto strutturante di ogni successiva esperienza. I primi anni di vita sono pertanto fondamentali per la formazione dei circuiti che costituiscono la matrice con cui saranno elaborate le successive esperienze.

Le neuroscienze affettive evolutive sottolineano che in “periodi critici” precoci della vita il sistema cervello-mente-corpo si sviluppa nel contesto di una relazione, indispensabile e condizionante per la regolazione neurobiologica affettiva con un altro essere umano, all’interno di un sistema diadico: ciò è massimamente evidente nel periodo perinatale. Il periodo di formazione delle prime relazioni coincide con il periodo di massima crescita cerebrale e l’accelerazione della crescita delle strutture cerebrali durante i “periodi critici” è dipendente dall’esperienza.

Nel primo anno di vita le esperienze visive hanno una funzione importante nello sviluppo sociale ed emotivo del bambino. Lo sguardo è lo strumento più efficace per la comunicazione interpersonale: appena il bimbo impara questo strumento, esso serve ad arricchire le possibilità di esperienza. Intorno ai due, tre mesi, si verifica un periodo critico: gli occhi della madre, in particolare le pupille, diventano oggetto della sua attenzione. Le neuroimaging documentano che a due mesi i bimbi mostrano un’attivazione dell’emisfero destro alla vista del volto di una donna (Tzourio-Mazoyer *et al.*, 2002) e in particolare al di lei sguardo. Le interazioni più evidenti tra madre e bimbo avvengono nell’area visiva. Noti studi sperimentali (Hess, 1975) hanno rilevato che le pupille di una donna si dilatano in reazione all’immagine di un bimbo: le pupille costituiscono dei dispositivi per la co-

municazione non verbale interpersonale, rendendo possibili rapide comunicazioni a livello non consapevole².

I dialoghi non verbali madre-bambino sono studiati nelle microanalisi dei filmati delle video-osservazioni delle interazioni diadiche (Beebe, Lackmann, 1988), che consentono di fermarsi fotogramma per fotogramma per cogliere i rapidi movimenti sincroni e le trasformazioni nelle espressioni affettive della diade, che sono stati registrati ad un livello inconsapevole. Il neonato è predisposto dal punto di vista neurobiologico ad avviare una comunicazione con l'adulto soprattutto visiva, necessaria alla sua maturazione cerebrale (Emde, 1988): studi con la risonanza magnetica a partire dall'ottava settimana mostrano un aumento dell'attività metabolica nella corteccia, indicativa dello sviluppo del cervello.

Il periodo critico per lo sviluppo delle aree del cingolato anteriore della corteccia frontale mediale (Schore, 2003 a,b) coinciderebbe con un intenso coinvolgimento del bimbo nelle attività di gioco e separazione, nelle vocalizzazioni, nelle rappresentazioni del volto, nel verificarsi di una risonanza tra madre e bambino: questo consentirebbe una crescita di queste aree. A tre mesi nel cervello del bimbo una predisposizione neurobiologica consentirebbe di cogliere i movimenti e le espressioni di relazione con il genitore attraverso dei markers temporali e morfologici (Meltzoff, 1990).

Trevarthen (1993, 1998) descrive intorno ai tre mesi la "intersoggettività primaria", espressa attraverso l'imitazione neonatale e le proto conversazioni, fondata su circuiti cerebrali che integrano i diversi movimenti espressivi: i bambini sollecitano e sostengono uno scambio di espressioni con il genitore che interagisce, e i loro stati mentali si sincronizzano e si regolano (Malloch *et al.*, 2009) nel corso dello scambio vis-a-vis, attraverso i canali di comunicazione mediati dall'orientamento degli occhi, dalle vocalizzazioni, dai gesti delle mani, dai movimenti delle braccia che accompagnano simultaneamente l'interazione. La risonanza diadica che ne deriva consente un coordinamento di stati affettivi a valenza positiva, esperiti nelle strutture cerebrali di madre e bambino.

Questo meccanismo interattivo "cervello-cervello" richiede che sia il cervello dell'adulto a coinvolgere in stati mentali emozionalmente coinvolgenti il bimbo. La madre che vive intensi stati affettivi positivi stimola nel bimbo la produzione di livelli regolati dal fattore per il rilascio delle corticotropine che aumentano la produzione di ACTH, di noradrenalina, e di adrenalina nel sistema nervoso simpatico del bimbo (Schore, 2001 a). Queste prime interazioni a elevato investimento affettivo positivo da parte della madre regolano reciproci sistemi di oppioidi endogeni (beta-endorfine), che creano pia-

2. Tali comunicazioni contrassegnano anche l'attrazione sessuale e l'innamoramento.

cere a entrambi (Kalin *et al.*, 1995), che consentono un'amplificazione degli stati di vigilanza positiva, con tempi più prolungati di interazione. Attraverso lo sguardo reciproco, la visione del volto della madre attiva una scarica di endorfine nel cervello in via di sviluppo del neonato che, increte nell'ipofisi, sono responsabili biochimiche della piacevolezza delle interazioni (Panksepp *et al.*, 1985) in quanto agiscono sui neuroni dopaminergici nei centri sottocorticali deputati alla ricompensa nel cervello del bimbo; centri che amplificano il livello delle emozioni positive (Schoore, 1994). Questi processi promuovono una sollecitazione nel sistema neuroendocrino della madre e in quello in via di sviluppo del bimbo: vengono stimulate risposte ormonali che attivano tutto il sistema nervoso centrale del bimbo e un'attività del sistema nervoso simpatico con esperienze di eccitazione e di emozioni positive. Tutto ciò coinvolge lo sviluppo delle reti sinaptiche del cervello.

Durante la sua funzione di modulazione degli stati affettivi negativi, come calmare il pianto, la madre, attraverso il tono di voce materno e l'espressione del volto (Uvnäs-Moberg, 1997), regola i livelli di ossitocina, ormone antistress mediato dal sistema vagale; l'ossitocina favorisce una diminuzione del cortisolo, l'ormone dello stress (Pettersson *et al.*, 1999). La regolazione del tono vagale e del livello di cortisolo è mediata dall'attività del cervello destro.

Il cervello tra i dieci/dodici e i sedici/diciotto mesi affronta un nuovo periodo critico di crescita strutturale. Nell'ultimo quarto del primo anno di vita la capacità del bimbo di entrare in relazione implica una rapida mielinizzazione (Schoore, 1994) delle aree associative della corteccia del sistema limbico (Kinney *et al.*, 1988): in questo periodo il bimbo può partecipare all'attenzione condivisa, con l'adulto: diventa consapevole e segue con attenzione l'interesse che la madre rivolge all'ambiente.

Tra i nove/dieci mesi Trevarthen (1978) descrive i processi di "intersoggettività secondaria", in cui il bambino condivide gli stati affettivi intersoggettivi con le persone che si prendono cura di lui; periodo in cui iniziano a prendere forma le rappresentazioni dei modelli operativi interni dell'attaccamento. L'attenzione condivisa si attiva durante transazioni interattive investite affettivamente. Gli intensi stati affettivi positivi promuovono la crescita della corteccia prefrontale: il funzionamento dei lobi frontali avrebbe un importante ruolo nello sviluppo dei comportamenti di autoregolazione del bimbo. Questa evoluzione implica un ulteriore sviluppo dell'emisfero destro con uno speciale ruolo del lobo frontale destro nel sostenere l'attenzione per periodi prolungati nel tempo (Rueckert, Grafman, 1996): l'attenzione condivisa sarebbe indicativa dell'esito dello sviluppo della corteccia prefrontale (Caplan *et al.*, 1993).

Schoore (1994) sostiene l'ipotesi secondo cui le aree frontolimbiche della corteccia orbitale prefrontale affrontano un periodo critico dall'ultimo

quarto del primo anno fino alla metà del secondo anno, periodo della socializzazione: la crescita postnatale dipende dall'esperienza che produce interconnessioni nell'ambito di questo sistema e di quello dell'insula, del cingolato anteriore e dell'amigdala.

Il sistema orbitale prefrontale si attiva in risposta ai volti (Scalaidhe *et al.*, 1997) ed elabora informazioni del volto e della voce (Hornak *et al.*, 1996): è fondamentale l'esperienza che deriva dalle stimolazioni e dalle interazioni che sollecitano l'elaborazione orbitofrontale dalle esperienze sensoriali piacevoli. Durante il periodo critico di crescita delle aree orbitofrontali, eventuali esperienze con una figura affettiva di riferimento non sintonizzata³ costituirebbero un ambiente che inibisce lo sviluppo del sistema corticolimbico (Schore, 2003).

Le regioni orbito frontali non funzionano ancora alla nascita: Schore (1994) ha delineato lo sviluppo della prima ontogenesi del sistema limbico. Le aree orbito frontali, l'apice gerarchico del sistema limbico, avrebbero un periodo critico di sviluppo dai dieci-dodici mesi ai sedici-diciotto mesi: nel corso del primo anno di vita si svilupperebbero in sequenza le strutture limbiche con una organizzazione a partire dalla più semplice alla più complessa, in progressione sequenziale, dall'amigdala al giro del cingolo, all'insula, per finire alla regione orbito frontale (Schore, 2001 b).

Alla nascita sarebbe attiva solo l'amigdala, un sistema di regolazione limbico primitivo che valuta le informazioni degli stimoli esterni, modula il sistema nervoso autonomo e il sistema di vigilanza: le aree dell'amigdala del lobo temporale-mediale, dei nuclei centrale e mediale – si sviluppano a partire dall'ultimo trimestre di gravidanza e proseguono per i primi due mesi di vita del bimbo, proprio nella prima fase della costruzione del legame.

L'amigdala è coinvolta nella elaborazione degli stimoli olfattivi, importanti nella relazione madre-bambino: le afferenze olfattive regolate dalla amigdala destra sono sottese ai meccanismi precursori dell'attaccamento: consentono ai neonati di pochi giorni di discriminare l'odore del latte materno e del seno della propria madre da quello di altre madri. Secondo Panksepp (1998) l'organizzazione dipendente dall'esperienza che regola i collegamenti tra l'amigdala destra del neonato e i nuclei paraventricolari destri dell'ipotalamo consente la co-regolazione del rilascio di ossitocina e vasopressina durante le prime interazioni madre-neonato. In situazioni ambientali minacciose, se la madre per suoi problemi interiori psichici (depressione), o per situazioni traumatiche esterne, spaventa il bimbo, le sue espressioni vengono registrate nell'amigdala destra (struttura coinvolta anche nelle interazioni visuo-affettive mediate dal contatto di sguardo) che,

3. Si ricordi che il dialogo non verbale produce effetti diversi a seconda che sia sintonico o no (cfr. fig. 1 cap. 6).

attivata dall'esposizione a volti minacciosi, oltre a disorganizzare il bimbo, trasmette i fattori di stress della madre, che possono "modellare" i circuiti lateralizzati dell'amigdala; tutto ciò può venire conservato nella memoria implicita.

La corteccia orbitofrontale viene studiata con tecniche di brain-imaging: è attivata nei comportamenti sociali ed emotivi e nella regolazione omeostatica del corpo e degli stati motivazionali (Schore, 1994, 1996): la regione della corteccia orbito frontale è più ampia nella corteccia destra (Falk *et al.*, 1990), ed è dominante per l'elaborazione e la regolazione delle informazioni emotive (Porges *et al.*, 1994); coinvolta nello sviluppo delle funzioni di attaccamento, ha un ruolo fondamentale nelle rappresentazioni che codificano le strategie di regolazione affettiva (Schore, 2001 a,b): le diverse forme dei disturbi dell'attaccamento sarebbero connesse a inefficienti pattern di organizzazione del cervello destro, specialmente nelle aree orbito frontali.

Gli studi da noi qui citati sono una piccola parte di un'immensa mole di ricerche: in questa sede abbiamo sintetizzato quelli che a nostro avviso meglio dimostrano come quanto chiamiamo omnicomprensivamente affettività è l'attività cerebrale essenziale per lo sviluppo neuromentale del bambino e poi del fanciullo, e resti a fondamento di ogni operazione cognitiva, in una reciproca interazione continua, e in collegamento a doppia via (Porges, 2014) con tutti gli organi del corpo.

Il sistema orbito-frontale costituisce una zona di convergenza per l'incontro tra strutture corticali e sottocorticali e agisce come centro di controllo sull'equilibrio tra le funzioni simpatica e parasimpatica: queste sono fondamentali per le transazioni affettive dell'attaccamento: gli studi neurobiologici e psicobiologici di Schore (2000) sostengono come il legame di attaccamento sia fondamentale per la regolazione interattiva della "sincronia biologica" dell'unità organismica madre-bambino (Wang, 1997); più studi in letteratura confermano la funzione della relazione di attaccamento come regolazione reciproca dei sistemi endocrino, autonomo e nervoso centrale, sia della madre che del bimbo, attraverso la loro interazione. I circuiti del sistema nervoso centrale che elaborano le informazioni sociali ed emotive a livello non consapevole sono connessi con i circuiti simpatici e parasimpatici del sistema nervoso autonomo, in collegamento a doppia via con tutte le funzioni di ogni organo del corpo. Le relative funzionalità sono prevalentemente lateralizzate nel cervello destro (Schore, 1994).

La relazione di attaccamento implica una regolazione diadica delle emozioni (Sroufe, 1996). Durante le transazioni affettive vis-a-vis con il genitore, la madre regola gli stati psicobiologici del bimbo (Feldman *et al.*, 1999); gli affetti vengono regolati negli eventi interattivi e il legame di attaccamento che progressivamente si viene a costruire ha correlati neurobiologici nel sistema nervoso, che si formano proprio nel corso delle transazioni.

zioni che il neonato vive con la madre: le comunicazioni di attaccamento sono regolate dalle transazioni affettive tra l'emisfero destro della madre e quello del bimbo (Schore, 2000).

Il cervello destro ha dunque un ruolo fondamentale nella regolazione delle funzioni fisiologiche ed endocrine i cui centri primari sono localizzati nelle regioni sottocorticali del cervello: l'asse ipotalamo-ipofisario – adrenocorticale – e quello simpatico-adrenomidollare sono sotto il controllo della corteccia cerebrale destra, questo emisfero ha funzioni adattative che mediano le risposte allo stress e gli stati affettivi negativi.

Gli stati affettivi negativi precoci prolungati hanno un effetto disfunzionale nello sviluppo: la durata degli intervalli di tempo in cui il bimbo viene abbandonato a se stesso nella gestione di stati a intensa affettività negativa rappresentano un fattore importante, che concorre alla predisposizione di psicopatologie. La partecipazione del genitore alla regolazione degli stati affettivi negativi è fondamentale per l'apprendimento del bimbo, che è passibile di passare da stati affettivi negativi, di tensione o di ipoattivazione, a stati di affettività positiva: questa funzione esercitata dall'adulto favorisce lo sviluppo delle capacità di autoregolazione del bimbo, attraverso lo sviluppo dei meccanismi di autoregolazione cerebrali (Fonagy, Target, 2002).

La resilienza allo stress viene a caratterizzarsi come la capacità di bimbo e genitore di gestire la transizione da stati affettivi positivi a quelli negativi e viceversa: la transizione nei meccanismi di regolazione e di modulazione degli stati affettivi, amplificando le opportunità di sperimentare gli affettivi positivi minimizzando quelli negativi, sottende la formazione del legame di attaccamento tra il bimbo e la principale figura di accudimento. Gli stati affettivi sottendono e alimentano il legame di attaccamento: secondo Schore (2003 a,b) la funzione adattativa centrale delle dinamiche di attaccamento è quella di generare stati affettivi positivi.

Nel modello psiconeurologico proposto da Schore lo stress eccessivo derivato da stati affettivi negativi a seguito di esperienze relazionali traumatiche, o stati di abbandono, può portare a una eccessiva potatura neuronale (indotta dallo stress interattivo nei circuiti-sottocorticali del cervello destro) e alla costruzione di pattern di attaccamento insicuro, associati all'aumento del rischio di un esito in forme di psicopatologia: traumi precoci dovuti a forme di neglect, abbandono o abuso da parte dei caregivers, compromettono lo sviluppo del cervello destro con una predisposizione al disturbo PTSD post-traumatico da stress (Schore, 1998), o a comportamenti socialmente devianti e violenti.

Le esperienze emotive positive (attaccamento sicuro) e negative (separazione madre o perdita) possono lasciare una traccia permanente in una rete neurale in evoluzione localizzata nell'emisfero destro e formata da connessioni sinaptiche ancora in via di sviluppo, dunque con possibilità sia di

ampliamento ma anche di limitazione delle capacità funzionali del cervello neonatale e infantile (Helmeke *et al.*, 2001).

7.7. Salute mentale neonatale nella funzionalità intersoggettiva della “unità diadica”

La “unità diadica” madre-bambino descritta da Winnicott implica nella prospettiva del modello Mentecervello (Imbasciati, 2015b) una considerazione rispetto alla funzionalità cerebrale di questa “unità”.

La “unità-diadica” è considerata il luogo all’interno del quale si sviluppano i movimenti psichici neonatali (Nanzer, Knauer, 2016): la salute mentale neonatale e infantile è connessa alla salute mentale genitoriale, o meglio la funzionalità cerebrale neonatale, dipende dalla funzionalità mentale genitoriale: si tratta dunque di considerare una funzionalità cerebrale intersoggettiva per la “unità diadica” madre-neonato

Le strutture affettive del cervello del neonato si sviluppano elaborando gli insiemi afferenziali provenienti dall’accudimento dei genitori: le strutture di base preesistenti (feto) elaborano le informazioni leggendovi e al contempo dando loro significati, all’interno di un dialogo non verbale che può essere più o meno sintonico o asintonico e intrusivo a seconda delle responsabilità dei caregivers. Queste elaborazioni segnano la costruzione di nuove strutture neurali. Tale strutturazione passa attraverso sollecitazioni multisensoriali veicolate nella intercoporeità della relazione diadica, modulate a seconda della capacità della mente-cervello della figura affettiva di riferimento, e si esplicano come capacità del caregiver di regolare gli stati fisiobiologici e psicobiologici del bimbo. Nel cervello del neonato e del bimbo le strutture neurali (che andranno a presiedere la di lui affettività) si sviluppano attraverso una risonanza con le strutture neurali della figura affettiva di riferimento, in processi di regolazione mediati da meccanismi di sincronizzazione. Ciò corrisponde a quanto descritto da Stern come “sintonizzazione” (1985). Una reciproca sintonizzazione è un principio fondamentale, che consente uno sviluppo adeguato del sistema nervoso e della capacità del bimbo di interagire.

Questa attività si basa su principi di ritmo, risonanza e sincronizzazione, che ne scandiscono lo sviluppo. La possibilità di interagire e sintonizzarsi sono alla base di ogni attività di costruzione neurale, attraverso processi di risonanza e sincronia: lo si può constatare sperimentalmente, quando più neuroni scaricano contemporaneamente, segnando un’implementazione della connettività neurale, anche con neuroni distanti tra aree cerebrali distinte. Si parla di “coerenza neurale” (Hart, 2011).

Il bimbo apprende nelle interazioni precoci, attraverso le modalità di contatto corporeo con la madre ed esprime i suoi stati affettivi attraverso le espressioni facciali, l'attività motoria e le vocalizzazioni: il cervello integra in modo "coerente" i movimenti espressivi del corpo e l'espressione affettiva ed emotiva, consentendo ai due soggetti di entrare in risonanza con le reciproche espressioni. Possiamo entrare in sintonia, gli uni con gli altri, la madre con il bimbo già nelle prime relazioni prenatali, attraverso precoci modalità di sincronia corporea. Il rilievo di un'attività neurale sincronizzata si accompagna alle esperienze di stimolazioni multisensoriali che la madre può fornire al bimbo, mediate dalla sua capacità di sintonizzare con la mente neonatale, consentendo lo sviluppo di connessioni neurali.

L'organismo ha necessità di autoregolarsi in relazione con l'ambiente: il neonato apprende ad autoregolarsi attraverso processi di regolazione attivati dalla madre: si presupporrebbe una reciproca integrazione dei circuiti neurali interconnessi nella "unità-diadica". I sistemi omeostatici interni del bimbo, in via di sviluppo sono regolati a livello interattivo dal sistema nervoso più evoluto della figura di accudimento che agisce come "regolatore psicobiologico esterno" (Schore, 2003 b). Questi processi di regolazione sono precursori dell'attaccamento.

Se la comunicazione madre-neonato è sintonizzata, i ritmi fisiologici e psicobiologici del neonato si regolano e questi può transitare tra stati fisiologici di diversa attivazione, come ad esempio sonno, sonnolenza, attenzione, veglia vigile, tensione: il modo con cui i neonati organizzano il proprio ritmo sonno/veglia indica il loro livello di vulnerabilità (Sander, 1988). I ritmi psicobiologici sono fondamentali. È necessario che gli eventi si ripetano per un certo numero di volte: nel sistema diadico di accudimento gli eventi ripetitivi contribuiranno all'organizzazione dei ritmi psicobiologici del sistema nervoso dei neonati; la sincronizzazione è un processo determinante per lo sviluppo cerebrale neonatale. Damasio sottolinea come non esista altro uguale processo in cui percezioni, funzioni senso motorie, cognitive e affettive, si connettano in un insieme così integrato (Damasio, 1999).

Nelle relazioni precoci il neonato viene proiettato nel mondo affettivo della madre e si collega alle sue emozioni, influenzandole ed essendone influenzato. In particolare è attraverso interazioni continuative e stabili, in cui si struttura nel tempo la relazione di attaccamento, che avviene la regolazione diadica delle emozioni basate sul corpo, in modo tale che il caregiver primario regoli lo sviluppo postnatale del sistema nervoso del bambino. In un dialogo costante e adeguato, la madre e il bimbo partecipano a modalità di interazioni caratterizzate da alternanza di ritmi di sintonizzazione/desintonizzazione/risintonizzazione (Beebe, Lachmann, 2003): sono importanti an-

che i momenti di non sintonizzazione, perché la madre può insegnare al bimbo come modulare i propri stati emozionali sissincroni: queste modalità di regolazione vengono apprese nella funzionalità intersoggettiva della “unità diadica”. La qualità dell’interazione sarà determinata dalla capacità mentale genitoriale a ricercare e a ritornare a modalità di funzionamento prevalentemente orientate a processi di sintonizzazione con la mente infantile.

Le neuroscienze con l’utilizzo della neuroimmagini (Schore 2000, 2001a, 2003a,b) hanno dimostrato come interazioni di sintonizzazione affettiva madre-neonato siano rappresentate da transazioni tra l’emisfero destro della madre e l’emisfero destro del bambino.

Questo dimostra a livello sperimentale quanto e come le interazioni affettive siano la base per lo sviluppo del mentecervello del bambino. Attraverso la teorizzazione di Schore viene sottolineato come lo sviluppo delle funzioni neurobiologiche connesse alle esperienze di attaccamento diano forma all’organizzazione precoce del cervello destro: le esperienze di attaccamento verrebbero registrate nella memoria implicita dell’emisfero destro. I “modelli operativi interni” (MOI) non consapevoli della relazione di attaccamento sarebbero secondo Schore memoria dei modi con cui un cervello ha imparato a funzionare. L’accesso a queste rappresentazioni interne, cioè a questa memoria, durante lo sviluppo del bambino, e nell’età adulta, è una guida per le interazioni future e pertanto per i processi di socializzazione del fanciullo: il termine “operativo” si riferisce all’utilizzo inconsapevole di funzioni che il soggetto ha imparato a fare per interpretare nuove esperienze e come tali strutturarle.

Processi di funzionalità neurale implicati nelle comunicazioni affettive della relazione di attaccamento favorirebbero lo sviluppo dei sistemi cerebrali coinvolti e nell’auto-regolazione affettiva (Schore e Schore, 2008): un non adeguato funzionamento mentale nella “unità-diadica” influisce negativamente sullo sviluppo dei sistemi regolatori del cervello durante le prime fasi dello sviluppo. Le transazioni di attaccamento sono state indicate da Schore come determinanti nello sviluppo cerebrale dei primi due anni di vita, in particolare per lo sviluppo dei sistemi strutturali del cervello destro, coinvolti nell’elaborazione delle emozioni, nella modulazione dello stress, nell’auto-regolazione e nelle origini funzionali del nucleo affettivo del Sé implicito, basato sul corpo, che opera automaticamente e rapidamente al di sotto dei livelli di consapevolezza (Schore, 2008); le dinamiche del cervello destro sono indicative dell’evoluzione del substrato organismico del Sé corporeo-sociale-emozionale (Devinsky, 2000).

L’emisfero destro monitora le informazioni che provengono direttamente dal corpo: l’elaborazione somatosensoriale, le rappresentazioni degli stati somatici e viscerali, il senso corporeo, sono controllate dall’emisfero destro (Coghill *et al.*, 2001). Le operazioni dell’emisfero destro sono fundamenta-

li per consentire al bimbo di comprendere gli stimoli corporei e reagire ad essi adeguatamente, ad un livello che gli consentirà di costruire un'immagine corporea del Sé e della sua relazione con l'ambiente (Devinsky, 2000).

La sintonizzazione psicobiologica, la risonanza interattiva, la reciproca sincronizzazione e il coordinamento dei ritmi fisiologici, sono processi fondamentali per la costruzione del legame di attaccamento e l'attaccamento viene definito da Schore (1994, 2000, 2001a,b, 2003a,b) come la "regolazione interattiva della sincronizzazione biologica" tra i due organismi.

Integrando dati neurobiologici relativi allo sviluppo, Schore ha messo in evidenza i legami fondamentali tra le funzioni dell'attaccamento e il loro effetto duraturo sullo sviluppo della struttura cerebrale e psichica per tutto il corso della vita, espressi specificamente nella neuropsicologia dello sviluppo del cervello destro nei primi stadi di sviluppo.

Schore, nel suo lavoro sui "Modelli neurobiologici di attaccamento" (Schore e Schore, 2008), commenta che il cervello del bimbo piccolo deve iniziare a partecipare in modo efficace, attraverso le prime relazioni precoci, al processo di trasmissione dell'informazione sociale che offre l'ingresso alla cultura; l'interazione sociale che promuove la differenziazione del cervello è il meccanismo per insegnare "i modelli epigenetici della cultura": le informazioni emotive nelle precoci interazioni solleciterebbero reti neurali specializzate all'interno dell'emisfero destro.

La prospettiva psiconeurobiologica sostenuta da Schore può aprire interessanti prospettive di prevenzione precoce che, applicate su scala sociale, potrebbero avere effetti a lungo termine non solo sui singoli individui ma sulle "culture" nella globalità (Schore, 2001) Quando un fattore di rischio neurobiologico (disfunzione emisfero destro) si associa ad un fattore di rischio psicosociale (abuso, abbandono), gli individui sono predisposti a gravi forme di violenza: monitoraggi elettroencefalografici che segnalano disfunzioni nel cervello destro dei neonati (Field *et al.*, 2002) indicano che questo marcatore destro di profili comportamentali e biochimici non adeguati potrebbe fornire ulteriori informazioni per individuare fattori di rischio nelle "unità-diadiche" neonato-caregiver che necessitino di interventi precoci.

In questo ultimo decennio questo modello ha offerto spunti di riflessione per la salute mentale neonatale e infantile: ciò indica il possibile sviluppo di programmi di prevenzione e intervento precoce, che potrebbero avere un ruolo importante nelle situazioni di rischio psicopatologico perinatale.

Bibliografia

- Alberini C. (2013), *Memory Reconsolidation*, Elsevier, New York.
- Alberini C. (2015), *Conferenza Centro Milanese di Psicoanalisi*, 17 dicembre 2015.
- Ammaniti M., Cimino S. (2006), Voce “Attaccamento” in *Psiche. Dizionario storico di psicologia, psichiatria, psicoanalisi, neuroscienza, vol. 1*, Einaudi, Torino.
- Ammaniti M., Gallese V. (2014), *La nascita della intersoggettività*, Raffaello Cortina, Milano.
- Ansermet F., Magistretti P. (2004), *A ciascuno il suo cervello*, Boringhieri, Torino.
- Beebe B., Lachmann F.M. (1988), “The contribution of mother-infant mutual influence to the origins of self – and object representations”, *Psychoanalytic Psychology*, 5, 305-337.
- Beebe B., Lachmann F.M. (2003), *Infant research e trattamento degli adulti. Un modello sistemico-diadico delle interazioni*, Raffaello Cortina, Milano.
- Behen M.E., Muzik O., Saporta A.S., Wilson B.J., Pai D., Hua J., Chugani H.T. (2009), “Abnormal fronto-striatal connectivity in children with histories of early deprivation: A diffusion tensor imaging study”, *Brain Imaging Behav*, 3 (3), 292-297.
- Bricolo F., Zoccatelli G., Serpelloni G. (2010), “La maturazione del cervello: tempistica, direzione, regole ed eventi”, in Serpelloni G., Bricolo F., Gomma M. (a cura di), *Elementi di Neuroscienze e Dipendenze*, Dipartimento delle Dipendenze ULSS 20- SerD 1, Verona.
- Bruner J. (1986), *Actual Minds, Possible Worlds*, Harvard University Press, Cambridge.
- Canestri J. (2001), *Linguaggio, neuroscienze e psicoterapia*, intervento al Simposio Psicoterapia e Neuroscienze, Congresso SOPSI, Roma.
- Caplan R., Chugani H.T., Messa C., Guthrie D., Sigman M., de Traversay J., Mundy P. (1993), “Hemispherectomy for intractable seizures: presurgical cerebral glucose metabolism and post-surgical non-verbal communication”, *Dev. Med. Child Neurol.*, 35 (7), 582-92.
- Coghill R., Gilron I., Iadarola M. (2001), “Hemispheric lateralization of somatosensory processing”, *J. Neurophysiol.*, 85, 2602-2612.
- Damasio A.R. (1999), “How the brain creates the mind”, *Scientific American*, 281 (6), 74-79.
- Devinsky O. (2000), “Right Cerebral Hemisphere Dominance for a Sense of Corporeal and Emotional Self”, *Epilepsy Behavior*, 1, 60-73.
- Edelman G.M. (1987), *Darwinismo neurale. La teoria della selezione dei gruppi neuronali*, Einaudi, Torino, 1995.
- Edelman G.M., Tononi G. (2000), *Un universo di coscienza*, Einaudi, Torino.
- Eluvathingal T.J., Chugani H.T., Behen M.E., Juhász C., Muzik O., Maqbool M., Chugani D.C., Makki M. (2006), “Abnormal brain connectivity in children after early severe socioemotional deprivation: a diffusion tensor imaging study”, *Pediatrics*, 117 (6), 2093-100.
- Emde R.N. (1988), “Gli affetti nello sviluppo del Sé infantile”, in Ammaniti M., Dazzi N. (a cura di), *Affetti: Natura e sviluppo delle relazioni interpersonali*, Laterza, Bari, 1990.

- Falk D., Hildebolt C., Cheverud J., Vannier M., Helmkamp R.C., Konigsberg L.D. (1990), "Cortical asymmetries in frontal lobes of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*)", *Brain Res.*, 26, 512 (1), 40-5.
- Feldman R., Greenbaum C.W., Yirmiya N. (1999), "Mother-infant affect synchrony as an antecedent of the emergence of self-control", *Dev. Psychol.*, 35 (1), 223-31.
- Field T., Diego M., Hernandez-Reif M., Schanberg S., Kuhn C. (2002), "Relative right versus left frontal EEG in neonates", *Dev. Psychobiol.*, 41 (2), 147-55.
- Fonagy P., Gergely G., Jurist E.L., Target M. (2002), *Regolazione affettiva, mentalizzazione e sviluppo del sé*, Raffaello Cortina, Milano, 2005.
- Fonagy P., Target M. (2002), "Early Intervention and the Development of Self-Regulation", *Psychoanalytic Inquiry*, 22, 307-335.
- Gallese V., Fadiga L., Fogassi L., Rizzolatti, G. (1996), "Action recognition in the premotor cortex", *Brain*, 119, 593-609.
- Gallese V., Migone P., Eagle M. (2006), "La simulazione incarnata: I neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività ed alcune implicazioni per la psicoanalisi", *Psicoterapia e Scienze Umane XL*, 3, 543-580.
- Gallese V. (2007), "Before and below Theory of Mind: Embodied simulation and the neural correlates of social cognition", *Phil. Trans. Royal Soc. Biology*, 362, 659-669.
- Gardner H. (2006), *Changing Minds. The art and science of changing our own and other people's minds*, Harvard Business School Press, Boston.
- Giedd J. (2008), "Brain Imaging Unit, Child Psychiatry Branch, National Institute of Mental Health", *J. Adolesc. Health*, 42 (4), 335-43.
- Govindan R.M., Behen M.E., Helder E., Makki M.I., Chugani H.T. (2010), "Altered water diffusivity in cortical association tracts in children with early deprivation identified with Tract-Based Spatial Statistics (TBSS)", *Cereb. Cortex*, 20 (3), 561-9.
- Hart S. (2008), *Cervello attaccamento e personalità*, Astrolabio, Roma, 2011.
- Hebb D.O. (1949), *The Organization of Behavior*, Wiley & Sons, New York.
- Helmeke C., Poeggel G., Braun K. (2001), "Differential emotional experience induces elevated spine densities on basal dendrites of pyramidal neurons in the anterior cingulate cortex of *Octodon degus*", *Neuroscience*, 104 (4), 927-31.
- Hess E.H. (1975), "The role of pupil size in communication", *Scientific American*, 233, 110-119.
- Hofer M.A. (1984), "Relationships as regulators: a psychobiologic perspective on bereavement", *Psychosomatic Medicine*, 46, 183-197.
- Hornak J., Rolls E.T., Wade D. (1996), "Face and voice expression identification in patients with emotional and behavioural changes following ventral frontal lobe damage", *Neuropsychologia*, 34 (4), 247-61.
- Imbasciati A. (2006), *Constructing a mind. A new base for psychoanalytic Theory Mind*, Brunner-Routledge, London.
- Imbasciati A. (2015a), "La Psicologia Clinica Perinatale", in Imbasciati A., Cena L. (a cura di), *Psicologia Clinica Perinatale per le professioni sanitarie e psicosociali. Vol. 1 Neonato e radici della salute mentale*, FrancoAngeli, Milano.

- Imbasciati A. (2015b), *Nuove teorie sul funzionamento della mente: l'Istituzione Psicoanalitica e gli psicoanalisti*, FrancoAngeli, Milano.
- Imbasciati A. (2016a), *Quindici brevi lezioni di Psicologia Integrata*, Alpes, Roma.
- Imbasciati A. (2016b), "L'inconscio come memoria e la diffidenza degli psicoanalisti verso le neuroscienze", *Giornale Italiano di Psicologia*, 1-2, 367-379.
- Imbasciati A. (2017), "Psicoanalisi e Neuroscienze: quale memoria per quale coscienza?", *Il Ruolo Terapeutico*, 2, 3-33.
- Kalin N.H., Shelton S.E., Lynn D.E. (1995), "Opiate systems in mother and infant primates coordinate intimate contact during reunion", *Psychoneuroendocrinology*, 20 (7), 735-42.
- Kandel E.R. (2000), "Cellular mechanisms of learning and the biological basis of individuality", in Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessell T.M., *Principles of Neural Sciences*, McGraw-Hill, New York, 1247-57.
- Kandel E.R. (2001), "The molecular biology of memory storage: a dialogue between genes and synapses", *Science*, 294 (5544), 1030-8.
- Kandel E.R. (2005), *Psychiatry, Psychoanalysis, and the New Biology of Mind*, American Psychiatric Publishing, Washington.
- Kinney H.C., Brody B.A., Kloman A.S., Gilles F.H. (1988), "Sequence of Central Nervous System Myelination in Human Infancy. Patterns of Myelination in Autopsied Infants", *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 47, 217-234.
- Malloch S., Trevarthen, C. (2009), *Communicative Musicality. Exploring the Basis of Human Companionship*, Oxford University Press, Oxford.
- Meltzoff A.N., Moore M.K. (1977), "Imitation of facial and manual gestures by human neonates", *Scienze*, 198, 75-78.
- Meltzoff A.N. (1990), "Foundations for developing a concept of self: The role of imitation in relating self to other and the value of social mirroring, social modeling, and self practice in infancy", in Cicchetti D., Beeghly M. (a cura di), *The self in transition: Infancy to childhood*, University of Chicago Press, Chicago, 139-164.
- Nanzer N., Knauer D. (2012), *Manuale di psicoterapia centrata sulla genitorialità*, Raffaello Cortina, Milano, 2016.
- Panksepp J., Siviy S.M., Normansell L.A. (1985), "Brain opioids and social emotions", in Reite M. (a cura di), *The Psychobiology of Attachment and Separation*, Academic Press, New York, 3-49.
- Panksepp J. (1998), *Affective Neuroscience. The Foundations of Human and Animal Emotions*, Oxford University Press, New York.
- Pettersson M., Hulting A.L., Uvnäs-Moberg K. (1999), "Oxytocin causes a sustained decrease in plasma levels of corticosterone in rats", *Neuroscience Letters*, 264, 41-44.
- Pluye P., Lehigh Y., Aussilloux C., Popa I., Aiguesvives C. (2001), "Mental and behavior disorders in children placed in long term care institutions in Hunedoara, Cluj and Timis, Romania", *Sante*, 11 (1), 5-12.
- Porges S.W., Doussard-Roosevelt J.A., Maiti A.K. (1994), "Vagal tone and the physiological regulation of emotion", *Mongraphs of the Society for Research in Child Development*, 59, 167-186.

- Porges S.W. (2011), *La teoria polivagale. Fondamenti neurofisiologici delle emozioni, dell'attaccamento, della comunicazione e dell'autoregolazione*, Giovanni Fioriti Editore, Roma, 2014.
- Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V., Fogassi L. (1996), "Premotor cortex and the recognition of motor actions", *Cogn. Brain Res.*, 3, 131-141.
- Rizzolatti G., Craighero L. (2004), "The mirror neuron system", *Ann. Rev. Neurosci.*, 27, 169-192.
- Rueckert L., Grafman J. (1996), "Sustained attention deficits in patients with right frontal lesions", *Neuropsychologia*, 34 (10), 953-63.
- Scalaidhe S.P., Wilson F.A.W., Goldman-Rakic P.S. (1997), "Area segregation of face processing neurons in prefrontal cortex", *Science*, 278, 1135-1138.
- Sander L.W. (1988), Il sistema di regolazione madre bambino, *Psicoterapia Clinica Epistemologia Ricerca* 4, 14-115.
- Schore A.N. (1994), *Affect regulation and origin of the self: the neurobiology of emotional development*, Erlbaum, Hilldale.
- Schore A.N. (1996), "The experience-dependent maturation of a regulatory system in the orbital prefrontal cortex and the origin of developmental psychopathology", *Development and Psychopathology*, 8, 59-87.
- Schore A. (1998), "Early trauma and the development of the right side of the brain", Paper presented at the *Conference on the Long Shadows of Trauma*, Toronto.
- Schore A. (2000), "Attachment and the regulation of the right brain", *Attachment & Human Development*, 2 (1), 23-47.
- Schore A.N. (2001a), "Effects of a secure attachment relationship on right brain development, affect regulation, and infant mental health", *Infant Mental Health J.*, 22, 7-66.
- Schore A.N. (2001b), "The effects of early relational trauma on right brain development, affect regulation, and infant mental health", *Infant Mental Health J.*, 22, 201-269.
- Schore A.N. (2003a), "Affect Dysregulation and Disorder of the Self", *J. Can. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 15 (2), 100-101.
- Schore A.N. (2003b), "Affect Regulation and The Repair of the Self", *J. Can. Acad. Child. Adolesc. Psychiatry*, 15 (2), 99-100, Raffaello Cortina, 2008.
- Schore J., Schore A.N. (2008), "Modern Attachment Theory: The Central Role of Affect Regulation in Development and Treatment", *Clinical Social Work Journal*, 36 (1), 9-20.
- Siegel D.J. (1999), *La mente relazionale. Neurobiologia dell'esperienza interpersonale*, Raffaello Cortina, Milano, 2013.
- Sowell E.R., Thompson P.M., Leonard C.M., Welcome S.E., Kan E., Toga A.W. (2004), "Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children", *J. Neurosci.*, 24, 8223-8231.
- Sroufe L.A. (1996), *Lo sviluppo delle emozioni*, Raffaello Cortina, Milano, 2000.
- Stern D. (1985), *Il mondo interpersonale del bambino*, Boringhieri, Torino, 1987.
- Stern D. (1995), *La costellazione materna: il trattamento psicoterapeutico della coppia madre-bambino*, Boringhieri, Torino, 2007.

- Stern D. (2001), *Le prime relazioni sociali: il bambino e la madre*, Sovera Edizioni, Roma, 2004.
- Stern D. (2004), “L’intersoggettività come sistema motivazionale fondamentale”, in Stern D. (a cura di), *Il momento presente. In Psicoterapia e nella vita quotidiana*, Raffaello Cortina, Milano.
- Taylor A.G., Goehler L.E., Galper D.I., Innes K.E., Bourguignon C. (2010), “Top-down and bottom-up mechanisms in mind-body medicine: development of an integrative framework for psychophysiological research”, *Explore*, 6 (1), 29-41.
- Trevarthen C. (1978), “Communication and cooperation in early infancy”, in Bullowa M. (a cura di), *Before Speech.*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Trevarthen C. (1993), “The self born in intersubjectivity: An infant communicating”, in Neisser U. (a cura di), *The Perceived Self*, Cambridge University Press, New York, 121-173.
- Trevarthen C. (1998), “The nature of motives of human consciousness”, *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 4 (3), 187-221.
- Tzourio-Mazoyer N., De Schonen S., Crivello F., Reutter B., Aujard Y., Mazoyer B. (2002), “Neural correlates of woman face processing by 2-month-old infants”, *Neuroimage*, 15 (2), 454-61.
- Uvnäs-Moberg K. (1997), “Oxytocin linked antistress effects--the relaxation and growth response”, *Acta Physiol Scand Suppl.*, 640, 38-42.
- Wang S. (1997), “Traumatic stress and attachment”, *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*, 640, 164-9.
- Zeanah C.H., Egger H.L., Smyke A.T., Nelson C.A., Fox N.A., Marshall P.J., Guthrie D. (2009), “Institutional rearing and psychiatric disorders in Romanian preschool children”, *Am. J. Psychiatry*, 166 (7), 777-85.