

EDITORIALE

Il nostro viaggio sulle tracce dell'Uomo, ed in particolare la ricerca intorno alle (complesse) condizioni che ne determinano la salute e lo stato di benessere, continua. Questo numero di Antropologia della salute affronta, col consueto taglio interdisciplinare, il tema dei rapporti interindividuali, ossia il modo di essere e di agire di soggetti, nella specie, operatori e/o professionisti sanitari, nel loro riferirsi, generico o specifico, *"ad alterum"*.

Un altro identificabile – come si può constatare dalla lettura dei saggi che seguono – *nell'adolescente, nell'autistico, nell'affetto dalla malattia – rara ed insidiosa – di Niemann-Pick*, nel dislessico, nel paziente in generale. Per ciò intitoliamo questa raccolta *"Messaggi, comunicazioni, comunicatori e salute"*, *rappresentando* la rilevanza di quanto, proprio attraverso una efficace relazione, si riesca a percepire, a comprendere l'altro ed innescare dei meccanismi che portano dei vantaggi in termini di salute generale. Appunto grazie ad informazioni, spesso neanche consapevoli ma solo emozionali, comunque decisive non solo per capire i *"problemi"* affrontati, ma soprattutto per approntare – nei limiti delle umane possibilità – i meccanismi capaci di portare alla loro (soddisfacente) soluzione.

È ovvio che per raccogliere il messaggio questo deve essere trasmesso. Ed è del pari ovvio che la trasmissione può avvenire con le modalità più diverse, essendo ben noto che molto spesso le più efficaci non sono quelle intenzionali e verbali. Naturalmente il meccanismo di ricezione, e quindi il suo feed back, dipendono in larga misura dalla capacità del "ricevente" di decrittare, nella maniera appropriata, il messaggio stesso, per quindi assumere, se è possibile farlo, se è doveroso farlo le conseguenti, idonee determinazioni. Sapendo bene, comunque, come affermava C.G. Jung che, "di regola, le grandi decisioni della vita umana hanno a che fare più con gli istinti e altri misteriosi fattori inconsci che con la volontà cosciente, le buone intenzioni, la ragionevolezza".

Forse potrebbe trovarsi nascosto tra le parole di questa citazione il "segreto" per risolvere il grave problema dell'incontrollato sviluppo demografico che Brunetto Chiarelli e Marcello Andriola trattano nell'ultimo saggio di questo numero.

Il Direttore
Vinicio Serino

PREFAZIONE

Che il benessere dell'individuo – in termini di salute, istruzione, sicurezza economica, tutela dell'infanzia e della vecchiaia – sia un diritto che lo stato deve garantire a tutti i cittadini è un concetto di recente acquisizione. Fino alla fine dell'Ottocento lo stato si faceva carico solo della difesa dai nemici esterni e dell'ordine pubblico, lasciando alla carità privata o religiosa la soluzione del problema della povertà. Con la rivoluzione industriale emerse drammaticamente la questione sociale, poiché non erano più solo gli emarginati a rischio di povertà, ma anche chi aveva un lavoro, gli operai, non riusciva a ricavare un reddito sufficiente per uscire dalla miseria.

Dopo i primi interventi legislativi a tutela dei lavoratori, contro i rischi di infortunio e a favore delle donne e dei bambini, fu nella Germania di Bismarck che prese l'avvio lo "stato sociale", nella convinzione che il lavoratore dovesse essere tutelato perché con il suo lavoro non perseguiva solo il proprio interesse privato, ma adempiva a una funzione sociale. La crisi attuale del *welfare state*, nella quale si dibattono tutti i paesi a economia avanzata, deriva non solo dal disavanzo tra contributi previdenziali incassati e contributi erogati, ma anche dal costo e dal potere degli enti pubblici preposti alla gestione dei servizi.

Una delle caratteristiche peculiari dello stato costituzionale contemporaneo è l'aver incluso progressivamente nel suo sistema quello che ormai si usa definire con il termine anglosassone di *welfare state* e che viene variamente tradotto come stato del benessere, stato sociale, stato assistenziale. Non si tratta solo di un dato di fatto: la nozione di "benessere" è entrata ormai nel novero di quelle che si ritiene debbano essere tutelate dai diritti fondamentali. È lo stato stesso che deve fornire ragionevoli garanzie affinché siano assicurate a tutti le principali condizioni materiali per una buona condizione di vita (la salute, l'istruzione, la tutela delle "età deboli" dell'uomo come infanzia e vecchiaia, una minima sicurezza economica contro il rischio di povertà, ecc.).

La tutela di questo tipo di "benessere" viene ormai considerata a tal punto parte della garanzia dei diritti fondamentali, che si discute se si tratti di un diritto riservato solo ai membri di una comunità politica, cioè a coloro che sono legati ad essa da un rapporto di *cittadinanza*, o se si tratti di un diritto fondamentale che va riconosciuto a tutti gli uomini in quanto tali, indipendentemente dalla sussistenza o meno di un legame di appartenenza allo stato che deve erogare i servizi necessari per rendere quelle garanzie effettive.

Un approccio di questo tipo al problema del "benessere" dei cittadini è un fenomeno relativamente recente: solo a partire dalla fine del XIX secolo si è realmente iniziato a discutere a fondo di questi problemi e solo dopo la seconda guerra mondiale essi sono divenuti problemi di rilevanza "costituzionale"

nell'ambito dei sistemi occidentali. Questa rivista darà spazio, a studiosi, ricercatori, medici, psicologi, antropologi e quanti altri vorranno dare un contributo ad allargare gli orizzonti di una tematica così delicata e d'ampia.

Il Vice Direttore
Marcello Andriola

ONTOGENESI CEREBRALE IN ETÀ ADOLESCENZIALE E CAPACITÀ DECISIONALI

Marcello Andriola

Dipartimento di Biologia Animale
e Genetica “Leo Pardi”
Laboratori di Antropologia e Etnologia
Gruppo di Antropologia Cognitiva
Università di Firenze
Via del Proconsolo 12
50122 Firenze (Italia)
e-mail: marcello.andriola0@alice.it

Abstract: Questo articolo prende in esame i correlati cognitivi, affettivi e comportamentali della maturazione cerebrale che avviene durante l'adolescenza. Tale maturazione, dovuta a fenomeni di mielinizzazione e pruning sinaptico, è particolarmente accentuata nella corteccia prefrontale, sede principale dei processi decisionali. Se le funzioni esecutive ed in particolare i processi decisionali si basano sul funzionamento delle aree prefrontali, che si modificano notevolmente durante l'adolescenza, si può ipotizzare che le capacità decisionali degli adolescenti siano ancora immature e questo possa spiegarne i comportamenti rischiosi. Tale ipotesi viene discussa, anche in relazione all'insorgenza di disturbi psicopatologici in questa fascia di età.

Key words: il caso Phineas Gage, la corteccia prefrontale, tecniche di fMRI, decision making.

Introduzione

Le neuroscienze cognitive sono attualmente in uno stato di fervida espansione e numerose linee di ricerca si incrociano, si integrano e si alimentano dei rispettivi risultati empirici. Questo è il caso del rinnovato interesse per lo sviluppo cognitivo in adolescenza, in particolare lo sviluppo delle funzioni esecutive. Questo campo, a lungo rimasto nell'ombra, negli ultimi anni ha ritrovato nuova linfa grazie ai dati resi disponibili dagli studi di neuroimmagine sullo sviluppo cerebrale in adolescenza e da quanto il nuovo campo della neuroeconomia ci insegna sulle basi neurali dei processi di decisione.

Sia i dati epidemiologici che la comune esperienza quotidiana ci mostrano che gli adolescenti mettono in atto numerosi comportamenti a rischio, che ne innalzano paradossalmente il rischio di morbilità e di mortalità, a fronte di

un generale irrobustimento fisico (Steinberg, 2004). Tale fenomeno potrebbe così far pensare ad una ancora immatura capacità di giudizio e di valutazione delle conseguenze delle proprie azioni. Ed ecco che le linee di ricerca sopra menzionate ci forniscono una possibile spiegazione di tale comportamento da parte degli adolescenti. I nuovi studi di neuroeconomia indicano la corteccia prefrontale come una delle principali stazioni dei circuiti neurali implicati nei processi decisionali. Gli studi di neuroimmagine strutturale e funzionale ci indicano che queste aree vanno incontro a profonde modificazioni nel corso dell'adolescenza, sia in termini di numero di connessioni che di mielinizzazione. Se le funzioni esecutive ed in particolare i processi decisionali si basano sul funzionamento delle aree prefrontali e tali aree si modificano notevolmente durante l'adolescenza, allora si può ipotizzare che le capacità decisionali degli adolescenti siano ancora in fieri e ciò renda conto dei loro comportamenti azzardati (Powell, 2006).

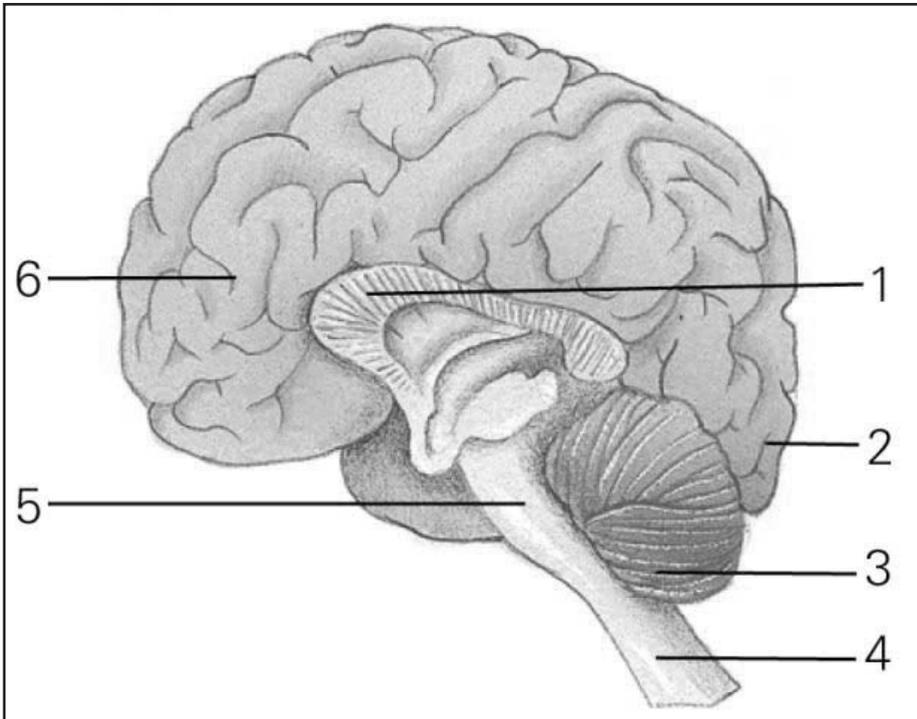


Figura 1. Schema generale del cervello. 1. corpo calloso; 2. polo occipitale; 3. cervelletto; 4. midollo spinale; 5. ponte; 6. polo frontale.

Basi neurali dei processi decisionali

Le neuroscienze già da tempo conoscono il ruolo cruciale della corteccia prefrontale nei processi decisionali, grazie ai dati raccolti sui pazienti neurologici. A partire dal famoso caso di Phineas Gage, riportato in auge grazie ad Hanna Damasio (Damasio, Grabowsky, Frank, Galaburda, Damasio, 1994), numerosi studi su pazienti con danni di origine traumatica o vascolare in sede frontale, soprattutto ventromediale, hanno riportato deficit a livello decisionale, spesso descritti come «miopia o cecità per il futuro», cioè l'incapacità di valutare ed evitare le possibili conseguenze negative delle proprie azioni (Bechara, Damasio, Damasio, Anderson, 1994; Bechara, Tranel, Damasio, 2000; Fellows, 2006; per una revisione vedi Fellows, 2007; Krawczyk, 2002; Kringelbach, Rolls, 2004; Stuss, Levine 2002).

Anche in disturbi degenerativi come la malattia di Parkinson, in cui la distruzione dei neuroni nello striato causa una diminuzione delle afferenze dopaminergiche alla corteccia prefrontale, oltre ad una sindrome disesecutiva si osservano spesso deficit decisionali (Brand, Labudda, Kalme, Hilker, Emmans, Fuchs, Kessler, Markiwitsch, 2004; Mimura, Oeda, Kawamura, 2006).

Se questi studi ci mostrano cosa non va nei processi decisionali quando la corteccia prefrontale non funziona come dovrebbe, le moderne tecnologie di neuroimmagine funzionale oggi disponibili, principalmente la risonanza magnetica funzionale (fMRI), permettono di individuare i correlati neurali del decision making in cervelli sani. Sulla base di queste nuove possibilità empiriche, è nato addirittura un settore interdisciplinare di ricerca, la neuroeconomia, che raccoglie e sintetizza i contributi delle neuroscienze e dell'economia. Le scienze economiche apportano modelli teorici sulle prese di decisione e la valutazione dei rischi; le neuroscienze apportano conoscenze empiriche sui molteplici circuiti neurali coinvolti durante differenti tipologie di decisione (Camerer, Loewenstein, Prelec, 2004; Sanfey, Loewenstein, McClure, Cohen, 2006).

Coloro che si occupano di questi temi sono ormai concordi sull'esistenza di due sistemi principali coinvolti nei processi decisionali, con differenti correlati neurali. Per esempio il premio Nobel per l'economia Daniel Kahneman (2003) propone questo modello a due sistemi: il Sistema 1 è caratterizzato da processi mentali automatici, intuitivi e affettivi; il Sistema 2 è caratterizzato da processi controllati, deliberati e cognitivi.

Il Sistema 1 è quindi basato su processi di elaborazione emotiva delle informazioni, elaborazione che avviene in modo intuitivo e automatico, cioè senza il controllo cosciente dell'individuo. Il Sistema 2 è invece basato su processi di elaborazione cognitiva delle informazioni, elaborazione che avviene sotto il controllo deliberato dell'individuo.

I tradizionali modelli teorici sul decision making hanno a lungo ignorato l'influenza del Sistema 1, cioè dell'elaborazione emotiva. Anzi, spesso tale componente è stata giudicata come controproducente, considerando il processo decisionale tanto più efficace quanto più razionale e non "sporcato" dalle emozioni. Solo a partire dagli anni '90 si è avviata una rivalutazione del ruolo delle emozioni nel processo decisionale: Damasio (1994) sostiene infatti che durante i processi decisionali ci siano dei segnali somatici, basati su un'elaborazione emotiva, automatica e intuitiva delle informazioni in gioco, che aiutano l'individuo nella scelta di un'opzione piuttosto che un'altra. Tale affascinante ipotesi non è del tutto accettata ed è ancora al centro di un vivace dibattito (Dunn, Dalgleish, Lawrence, 2006) tra sostenitori (Bechara, Damasio, 2005; Bechara, Damasio, Tranel, Damasio, 2005) e scettici (Maia, McClelland, 2005).

Le moderne tecniche di neuroimmagine funzionale quali la fMRI permettono di vedere all'opera i due sistemi durante il processo decisionale, e abbozzare così un quadro dei circuiti neurali che li sottendono. Il Sistema 1, automatico intuitivo e affettivo, coinvolge strutture come l'amigdala, la corteccia insulare, la corteccia orbitofrontale, la corteccia cingolata anteriore e il nucleo accumbens. Il sistema 2, controllato, deliberativo e cognitivo, coinvolge strutture quali la corteccia prefrontale dorsolaterale, la corteccia prefrontale anteriore e la corteccia parietale posteriore (Sanfey et al. 2006).

Uno studio di fMRI (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom, Cohen, 2003) ci mostra ad esempio questi due processi all'opera mentre il soggetto sperimentale è impegnato nell'Ultimatum Game. Tale gioco a due, uno tra i più utilizzati insieme al Dilemma del Prigioniero nella Teoria dei Giochi (vedi Gibbons, 2005; Patrone, 2006), richiede decisioni del tipo accettare /rifiutare le offerte monetarie fatte dal secondo giocatore, il cui compito è dividere con il primo una somma di denaro. La regola è che se l'offerta viene rifiutata, nessun giocatore riceve denaro.

Mentre i modelli economici standard prevedono che ogni offerta al di sopra dello zero dovrebbe essere accettata, poiché qualche spicciolo è sempre meglio di niente, i dati empirici indicano che circa la metà delle offerte "scorrette" viene rifiutata. La fMRI mostra che due particolari aree cerebrali si attivano quando il giocatore è posto di fronte ad una proposta non equa: l'insula anteriore e la corteccia prefrontale dorsolaterale. Quando l'attivazione dell'insula è maggiore di quella della corteccia prefrontale dorsolaterale, cioè quando il Sistema 1 è più attivo del Sistema 2, il soggetto tende a rifiutare l'offerta. Quando si ha il pattern di attivazione inverso, cioè la corteccia dorsolaterale è più attiva dell'insula (Sistema 2 più attivo del Sistema 1) il soggetto tende ad accettare l'offerta.

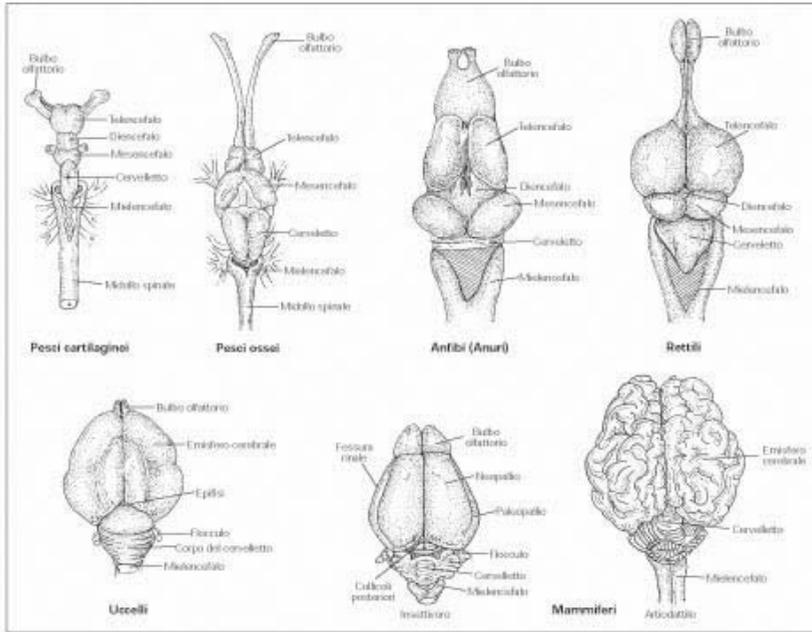


Figura 2. Visione comparativa dell'encefalo (visto dal dorso) nella serie dei Vertebrati.

Un altro studio di fMRI (McClure, Laibson, Loewenstein, Cohen, 2004) ci mostra questi due processi all'opera durante il processo di scelta tra due offerte monetarie: una immediata e di minor valore, una più lontana nel tempo ma di maggiore valore. Si osserva così che il sistema affettivo predilige fortemente il “qui e ora” e considera molto meno le offerte lontane nel tempo: la scelta di una ricompensa immediata attiva lo striato ventrale e la corteccia orbitofrontale, aree ricche di innervazioni dopaminergiche (dato confermato da un altro recente studio: Hariri, Brown, Williamson, Flory, de Wit, Manuck, 2006). Il sistema deliberativo (aree prefrontali e parietali posteriori) è più correlato alla pianificazione, al ragionamento e alla scelta della offerta più vantaggiosa, indipendentemente dallo scarto temporale con il quale essa si presenterà concretamente.

Il risultato del processo decisionale, cioè la scelta di una opzione, va globalmente “interpretata”, quindi, come il prodotto finale dell'interazione dell'attività neurale di sottosistemi distinti, governati da parametri diversi e principi (Sanfey *et al.*, 2006). Si può così concludere che la corteccia orbitofrontale (OFC) è coinvolta nel sistema affettivo di decision making, mentre le cortecce prefrontale dorsolaterale (DLPFC) e anteriore sono coinvolte nel sistema deliberativo di decision making.

Sul ruolo cruciale della corteccia prefrontale nei processi di decision making si innestano i risultati del filone di ricerca sullo sviluppo cerebrale in adolescenza; tale filone di studi ha mostrato inequivocabilmente che durante tale periodo di vita il cervello va incontro ad un forte rimodellamento strutturale, soprattutto nella corteccia prefrontale.

Se i processi decisionali sono basati su circuiti neurali comprendenti diverse aree della corteccia prefrontale e tali aree vanno incontro a profondi cambiamenti nel corso dell'adolescenza, quali sono i correlati cognitivi e comportamentali di questi cambiamenti neurali? In altri termini, come si modificano i processi basati sulla corteccia prefrontale, cioè in generale le funzioni esecutive e, più in specifico, il decision making?

Lo sviluppo cerebrale durante l'adolescenza

A partire dalla fine degli anni '90 una serie di ricerche condotte presso il National Institute of Mental Health (NIMH) dal gruppo di Jay Giedd ha gettato nuova luce sullo sviluppo del cervello dall'infanzia verso l'età adulta. Questi studi (Barnea-Goraly, Menon, Eckert, Tamm, Bammer, Karchemskiy, Dant, Reiss, 2005; Giedd, Blumenthal, Jeffries, Castellanos, Liu, Zijdenbos, Paus, Evans, Rapoport, 1999; Giedd, Castellanos, Rajapakse, Kaysen, Vaituzis, Vauss, Hamburger, Rapoport, 1995; Giedd, Snell, Lange, Rajapakse, Casey, Kozuch, Vaituzis, Vauss, Hamburger, Kaysen, Rapoport, 1996; Gogtay, Giedd, Lusk, Hayashi, Greenstein, Vaituzis, Nugent, Herman, Clasen, Toga, Rapoport, Thompson, 2004; Paus, Zijdenbos, Worsley, Collins, Blumenthal, Giedd, Rapoport, Evans, 1999; Sowell, Peterson, Thompson, Welcome, Henkenius, Toga, 2003; come review si vedano Giedd, 2004; Lenroot, Giedd, 2006; Thompson, Sowell, Gogtay, Giedd, Vidal, Hayashi, Leow, Nicolson, Rapoport, Toga, 2005) hanno evidenziato profondi cambiamenti soprattutto nella corteccia prefrontale, cambiamenti dovuti alla mielinizzazione e al pruning sinaptico, processi che migliorano la velocità di comunicazione e l'efficienza di elaborazione delle informazioni da parte dei neuroni.

Due macro fenomeni sono stati evidenziati dagli studi longitudinali di neuroimmagine strutturale condotti da Giedd e colleghi, che hanno seguito, attraverso le scansioni di RMI, lo sviluppo dei cervelli di centinaia di adolescenti. Il primo fenomeno consiste in un incremento lineare della sostanza bianca durante l'adolescenza, a causa della mielinizzazione degli assoni. Il secondo fenomeno riguarda la densità di materia grigia, che va incontro a una curva di sviluppo a U rovesciata durante l'adolescenza. All'inizio dell'adolescenza si ha un nuovo periodo di sinaptogenesi, cioè di proliferazione di nuove sinapsi, dopo quello che caratterizza i primissimi anni di vita. Ciò comporta un au-

mento della sostanza grigia, che va incontro ad un picco di densità, raggiunto il quale si ha un plateau, cioè un momento di stasi.

Ad un certo momento, specifico per ogni area corticale, inizia il pruning sinaptico, cioè lo sfoltimento delle sinapsi, secondo un processo definito dal Premio Nobel Gerald Edelman (1987) come “darwinismo neurale”, per descrivere la sopravvivenza delle sinapsi più forti, cioè più utilizzate. I circuiti vengono così ridefiniti e acquistano maggiore efficienza funzionale. Le diverse aree corticali raggiungono il loro picco di densità di materia grigia a differenti età. I lobi occipitali sembrano essere gli unici a seguire uno sviluppo lineare; i lobi frontali raggiungono il loro picco di crescita a 12 anni per i maschi e 11 anni per le femmine; i lobi parietali raggiungono il loro picco a 12 anni per i maschi e 10 per le femmine; i lobi temporali sono gli ultimi a raggiungere il loro picco, circa a 17 anni per entrambi i sessi (Giedd *et al.*, 1999).

Lo sviluppo cerebrale non si conclude comunque con l'adolescenza ma continua in età adulta, anche se con modalità meno impetuose. La ridefinizione dei circuiti, attraverso la perdita di materia grigia, continua, nel lobo frontale, anche tra i 20 e i 30 anni di età (Sowell *et al.*, 2003), tanto che la corteccia dorsolaterale (DLPFC) è l'ultima area corticale a raggiungere lo spessore definitivo (Lenroot e Giedd, 2006).

Le nuove conoscenze sullo sviluppo cerebrale durante l'adolescenza hanno avuto una vasta eco, non solo in ambito scientifico ma anche giuridico, soprattutto nella società americana. Essi sono stati infatti citati (Beckman, 2004; Gur, 2005) nel processo di appello alla Corte Suprema degli Stati Uniti che, nel Marzo del 2005, ha sentenziato l'incostituzionalità della pena di morte per quei soggetti che hanno commesso un omicidio quando erano ancora minorenni. Nella motivazione della sentenza si legge infatti che «i minorenni, a causa della loro immaturità e delle loro personalità non ancora formate, non possono essere inclusi tra quegli imputati che commettono quella categoria di crimini più gravi per i quali è prevista la pena di morte».

All'interno delle neuroscienze cognitive e della psicologia questi risultati hanno invece riaperto l'interesse verso lo studio dell'adolescenza (Durston, Casey, 2006; Kuhn, 2006; Paus, 2005). Lo sviluppo cognitivo nell'adolescenza, in particolare delle funzioni esecutive, è tornato alla ribalta dopo anni, se non decenni, di oblio (Steinberg, 2005). Anche la psicopatologia dello sviluppo ha preso nuovo vigore, cercando di indagare come determinate patologie ad esordio infantile o adolescenziale possano essere anche interpretate alla luce dei cambiamenti cerebrali che avvengono in queste fasce di età.

Senza addentrarci in profondità in questa tematica, che non è il focus di questo articolo, sono molte le patologie che sono state indagate e ripensate alla luce di questo nuovo paradigma: il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (Castellanos, Lee, Sharp, Jeffries, Greenstein, Clasen, Blumenthal,

James, Ebens, Walter, Zijdenbos, Evans, Giedd, Rapaport, 2002; Castellanos, Sharp, Gottesman, Greenstein, Giedd, Rapaport, 2003; Giedd, Blumenthal, Molloy, Castellanos, 2001; Mackie, Shaw, Lenroot, Pierson, Greenstein, Nugent, Sharp, Giedd, 2007; Shaw, Lerch, Greenstein, Sharp, Clasen, Evans, Giedd, Castellanos, Rapaport, 2006), i disturbi generalizzati dello sviluppo (Boger-Megiddo, Shaw, Friedman, Sparks, Artru, Giedd, Dawson, Dager, 2006), la dislessia (Casanova, Christensen, Giedd, Rumsey, Garver, Postel, 2005), i disturbi dell'umore (Saluja, Iachan, Scheidt, Overpeck, Sun, Giedd, 2004) ed in particolare la schizofrenia a esordio infantile (Greenstein, Lerch, Shaw, Clasen, Giedd, Gochman, Rapaport, Gogtay, 2006; Nugent, Herman, Ordonez, Greenstein, Hayashi, Lenane, Clasen, Jung, Toga, Giedd, Rapaport, Thompson, Gogtay, 2006; Vidal, Rapoport, Hayashi, Geaga, Sui, il testo integrale della sentenza è reperibile in internet all'indirizzo web www.supremecourtus.gov/opinions/04pdf/03-633.pdf. McLemore, Alaghand, Giedd, Gochman, Blumenthal, Gogtay, Nicolson, Toga, Thompson, 2006); per una revisione di questi studi di psicopatologia dello sviluppo si vedano Spessot, Plessen, Peterson (2004) e Toga, Thompson e Sowell (2006).

Il tema centrale del presente articolo è costituito invece dai correlati cognitivi e comportamentali delle modificazioni cerebrali propri dell'adolescenza, con particolare riferimento allo sviluppo delle funzioni esecutive e dei processi decisionali. Ci si soffermerà poi sulle possibili relazioni tra lo sviluppo di tali processi decisionali e i problemi comportamentali spesso associati all'adolescenza.

Le funzioni esecutive

Il termine funzioni esecutive è spesso usato come etichetta per descrivere un set di processi psicologici necessari per mettere in atto comportamenti adattativi e orientati verso obiettivi futuri (Stuss, Knight, 2002). Anche se l'insieme dei processi considerati cambia nelle diverse descrizioni, le funzioni esecutive generalmente riguardano processi di alto livello, quali la working memory, l'attenzione selettiva e sostenuta, lo shifting attentivo, la pianificazione, il problem solving, il decision-making, la flessibilità cognitiva, l'automonitoraggio e la rilevazione di errori, l'inibizione di risposte automatiche e l'autoregolazione (Alvarez, Emory, 2006; Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, Wager, 2000; Robbins, 1998). Tutti questi processi consentono all'individuo di coordinare la attività necessarie al raggiungimento di un obiettivo: formulare intenzioni, sviluppare piani di azione, implementare strategie per la messa in atto di tali piani, monitorare la performance e valutarne gli esiti.

È ancora acceso il dibattito sull'inquadramento teorico delle funzioni esecutive come dominio generale o come dominio composto da più sottoprocessi

(Burgess, Simons, 2005). Le teorie del primo tipo sostengono che danni ad un singolo processo o sistema possano spiegare i differenti sintomi disesecutivi: tra queste teorie dominio-generale si segnalano la teoria dell'informazione contestuale (Cohen, Braver, O'Reilly, 1998) e la teoria dell'evento complesso strutturato (Grafman, 2002). Al contrario di queste teorie dominio generali, altre teorie vedono, alla base delle funzioni esecutive, numerose componenti che generalmente lavorano insieme ma che possono essere esaminate in modo relativamente indipendente negli studi sperimentali.

Tra queste teorie si segnalano il modello di integrazione temporale (Fuster, 1997; 2002) e il modello del Sistema Attenzionale Supervisore (Norman e Shallice, 1986; Shallice e Burgess, 1993). Le teorie di questo secondo tipo sembrano quelle in grado di riscuotere maggiore consenso e di meglio spiegare i dati neuropsicologici e comportamentali raccolti su soggetti sani e pazienti neurologici. Come hanno recentemente proposto Stuss e Alexander (2000), in realtà le due visioni non sono contrapposte ma facilmente conciliabili se si ipotizza l'esistenza di un sistema supervisore composto da diverse parti, in cui processi distinti ma interrelati fra loro contribuiscono al controllo esecutivo globale.

A questo vivace dibattito teorico sulla definizione di funzioni esecutive, si è recentemente aggiunto un nuovo contributo teorico. Alla luce delle diverse tipologie di deficit cognitivi e comportamentali emersi da lesioni alle diverse aree della corteccia prefrontale (vedi Goldberg, 2001; Stuss e Levine, 2002), Metcalfe e Mischel (1999) distinguono tra aspetti esecutivi affettivi, "caldi", (in quanto riguardanti un'elaborazione emotiva), associati all'attività della corteccia prefrontale ventromediale (VMPFC), e aspetti esecutivi cognitivi, "freddi" (in quanto non riguardanti un'elaborazione emotiva), associati all'attività della corteccia prefrontale dorsolaterale (DLPFC).

Tale distinzione tra processi caldi e processi freddi è in linea con altre distinzioni presenti in letteratura tra processi cognitivi/controllati vs. processi affettivi/automatici. Si pensi, per esempio, alla distinzione tra Sistema 1 e Sistema 2, proposta da Kahneman (2003; vedi primo paragrafo) a proposito dei processi decisionali, alla distinzione tra Sistema X, automatico, e Sistema C, controllato, alla base della cognizione sociale (Lieberman, 2006), alla distinzione tra ricordi "caldi", emozionali (legati all'attività dell'amigdala) e ricordi "freddi" (legati all'attività dell'ippocampo) in risposta ad eventi particolarmente stressanti o traumatici (Metcalfe e Jacobs, 1998).

Secondo Metcalfe e Mischel (1999) le funzioni "calde" sono legate ad un'elaborazione automatica ed emozionale degli stimoli. Tale elaborazione avviene rapidamente, è relativamente semplice e diventa preponderante nelle situazioni di stress, durante le quali sovrasta le funzioni più "fredde". Queste ultime sono, invece, basate su una elaborazione complessa, cognitiva, controllata, e quindi più lenta.

I problemi situati all'interno di un contesto sociale, quali predire il comportamento e le emozioni di altri individui, o decidere come e quando intervenire in una determinata situazione, sono probabilmente quelli che più facilmente chiamano in causa processi esecutivi più caldi. È stato infatti recentemente proposto che la Teoria della Mente (ToM; Baron-Cohen, 1995; Baron-Cohen, Leslie e Frith, 1985) possa svilupparsi in stretta connessione con i processi esecutivi più "caldi" (Moses, Carlson e Sabbagh, 2005).

Inoltre i contesti sociali attivano la nostra elaborazione emotivo/motivazionale, in quanto le risposte degli altri individui hanno un grande valore affettivo per l'uomo. Non a caso lesioni alla corteccia ventromediale spesso portano a disturbi del comportamento interpersonale, con condotte sociali inappropriate (Damasio, 1994; Goldberg, 2001). Per quanto riguarda i compiti formali usati nell'assessment, i processi esecutivi "freddi" sono più probabilmente chiamati in causa da problemi astratti, decontestualizzati quale, per esempio l'individuazione dei criteri in compiti come il Winsconsin Card Sorting Test (WCST; Grant e Berg, 1948). I processi esecutivi caldi sono più probabilmente chiamati in causa da problemi nei quali si deve attribuire un valore positivo o negativo ad uno stimolo, come, per esempio nella scelta del mazzo di carte da cui pescare nello Iowa Gambling Task (IGT; Bechara *et al.*, 1994).

È bene ricordare però che una distinzione netta dei processi esecutivi tra "caldi" e "freddi" è possibile solo da un punto di vista neuroanatomico, sottolineandone i diversi correlati neurali. Quando si passa, invece, ad un livello fenomenico, sia che si tratti di test di laboratorio o della risoluzione di problemi reali in contesti sociali, si può solo parlare di una prevalenza di una tipologia di processi rispetto ad un'altra, mai della presenza degli uni e dell'assenza degli altri (Galotti, 2007; Manes, Sahakian, Clark, Rogers, Antoun, Aitken, 2002; Zelazo e Muller, 2002). Partendo da questa cornice teorica, si prenderà in esame lo sviluppo dall'infanzia all'adolescenza prima delle funzioni esecutive più cognitive e poi delle funzioni esecutive più affettive, in particolare il decision making.

Processi maturativi delle funzioni esecutive «cool»

Cosa si sa sullo sviluppo dall'infanzia all'età adulta delle funzioni esecutive più cognitive, quelle classicamente considerate in letteratura? Le conoscenze in questo ambito non sono sicuramente omogenee. Sebbene sempre al centro del dibattito scientifico per un loro adeguato inquadramento teorico, i dati empirici sul funzionamento delle funzioni esecutive in età adulta sono numerosi (Alvarez e Emory, 2006).

Anche per quanto riguarda lo sviluppo delle funzioni esecutive durante l'infanzia si dispone oggi di una consistente mole di conoscenze: si vedano, per esem-

pio, il numero monografico della Society for Research in Child Development, del 2003, e i numeri monografici di *Developmental Neuropsychology* (26, 1 del 2004 e 28, 2 del 2005) e *Neuropsychologia* (44,11 del 2006). Un numero crescente di ricerche, utilizzando un approccio neuropsicologico standard, sta consolidando quanto già si conosce (Davies, Rose, 1999; Korkman, Kemp, Kirk, 2001; Levin, Culhane, Hartmann, Evankovich, Mattson, Harward, 1991; Stuss, 1992; Welsh, Pennington, 1988; Welsh, Pennington, Groisser, 1991) a proposito dello sviluppo delle funzioni esecutive più cognitive, cioè che queste hanno un lunga maturazione durante l'infanzia e l'adolescenza e che le diverse funzioni esecutive raggiungono livelli prestazionali analoghi a quelli degli adulti a diverse età.

Un'interpretazione univoca di questi dati è però ancor oggi ostacolata dal fatto che differenti compiti sono utilizzati per misurare le medesime funzioni e che molti studi prendono in esame una singola funzione esecutiva. Sarebbe invece necessario esaminare più funzioni contemporaneamente, in ampi campioni di soggetti, omogenei per età: ciò permetterebbe un assessment affidabile dei pattern di maturazione dei diversi processi esecutivi e consentirebbe di cercare quelle variabili latenti che i diversi compiti utilizzati hanno in comune (Huizinga, Dolan e van der Molen, 2006). In letteratura sono ancora scarsamente presenti tentativi di questo genere: si veda, per esempio, Carlson (2005), che fornisce informazioni sui trend di sviluppo nei test esecutivi tra 2 e 6 anni di età, analizzando le prestazioni di un campione complessivo di ben 602 individui.

Un approccio alternativo allo sviluppo delle funzioni esecutive viene proposto da Zelazo, Carter, Reznick e Frye (1997) e Zelazo, Muller, Frye e Marcovitch (2003). Rifacendosi all'approccio funzionale di Luria (1973), le funzioni esecutive vengono qui descritte in base a ciò che esse consentono, cioè un comportamento diretto ad un obiettivo. In altre parole le funzioni esecutive sono anche descrivibili nei termini della risoluzione di un problema, consistente nella capacità di raggiungere l'obiettivo desiderato. Trattare le funzioni esecutive come un problem solving non consente ipotesi esplicative sulla loro natura ma facilita la formulazione di ipotesi sul ruolo dei processi necessari nelle diverse fasi del problem solving medesimo, quali la rappresentazione del problema, la pianificazione, l'esecuzione e la valutazione. In risposta ad un particolare problema, quindi, l'individuo si rappresenta la situazione, predispone un piano d'azione, cioè un insieme di regole "se - allora", che usa per regolare il proprio comportamento e per mantenere attive nella memoria di lavoro le informazioni necessarie.

Questo approccio è utile, per esempio, per descrivere gli errori perseverativi in un compito come il WCST: la scelta di una carta in base a una vecchia regola, nonostante le indicazioni suggeriscano che la regola è cambiata, può essere



Visita il nostro sito web
www.edizionaltravista.com

© Copyright Edizioni Altravista
via Dante Alighieri, 15
27053 - Lungavilla (PV)
tel. 0383 364 859 fax 0383 377 926
www.edizionaltravista.com