

SISTEMI CENTRALI E APPRENDIMENTI: L'UTILIZZO DELL'APPRENDIMENTO MOTORIO COMPLESSO PER STIMOLARE LE RISORSE ATTENTIVE

di Francesco Benso

Docente di Psicobiologia e Psicologia Dell'Attenzione

Università di Genova

In questo lavoro si presenterà un modello cognitivo derivante da Moscovitch e Umiltà (1990), rivisto da Benso (2004a; 2007), che spiega l'interazione tra i sistemi centrali e i diversi apprendimenti. In altri termini, partendo dai processi cerebrali di più alto livello definiti «funzioni esecutive», si arriverà a spiegare la formazione degli apprendimenti definiti

da Moscovitch e Umiltà «moduli». Dopo l'illustrazione del modello, si arriverà a dimostrare come l'apprendimento motorio complesso, se ben gestito anche a livello di motivazione, può essere utile in un programma di recupero o di sviluppo delle risorse attentive del Sistema Attentivo Supervisore.

I processi cerebrali di più alto livello, definiti «funzioni esecutive», sono da intendere come il processore centrale del nostro cervello. Tali funzioni sono implicate in diverse operazioni di tipo cognitivo, tra le quali si possono citare: fornire risorse attentive ai diversi processi; favorire il controllo (motorio, dei pensieri e degli impulsi), la flessibilità (ad esempio, effettuare velocemente cambiamenti di compito, trovare soluzioni non di routine, recuperare da una «finta» nelle competizioni sportive), l'organizzazione, la pianificazione, la gestione dell'interferenza, la memorizzazione e gli apprendimenti in genere.

Le funzioni esecutive sembrano trovare un substrato anatomico neuronale principalmente nel lobo frontale dell'uomo. Il lobo frontale segue la maturazione della specie homo dalla nascita all'adolescenza e forse anche dopo (Luria, 1976). L'emergenza mentale che deriva in gran parte dalle reti di neuroni dei lobi frontali viene definita *Sistema Esecutivo* (Baddeley, 1986) o *Sistema Attentivo Supervisore/SAS* (Shallice, 1988) o ancora *Processore Centrale* (Moscovitch e Umiltà, 1990). In questo lavoro utilizzeremo in modo interscambiabile queste tre definizioni del SAS.

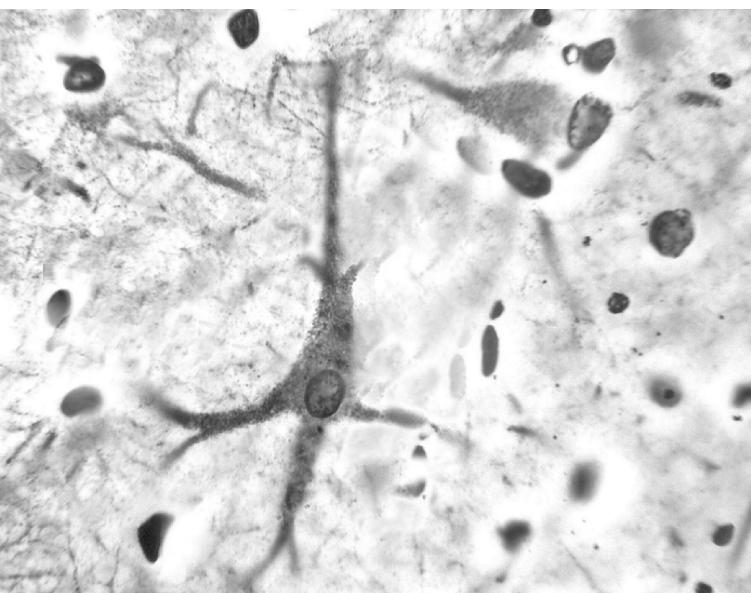
Possiamo inquadrare i diversi processi cerebrali in due aspetti fondamentali: le funzioni strumentali (ad esempio, linguaggio, calcolo, percezione, memorie, azioni) e le funzioni di controllo che possono essere identificate con il SAS (Spinnler, 1996). In altri termini, si può pensare di paragonare il tutto a una fabbrica dove un computer controlla una catena di montaggio formata da diverse macchine assemblate in serie e in parallelo. Una volta definiti i flussi, i tempi di lavoro e gli assemblamenti (fase dell'apprendimento), la catena funziona da sola, ma il computer, pur essendo in *stand by*, rimane pronto a intervenire per modificare o fermare il processo in caso di guasto

imprevisto o immissione di materiale fallato. Così è il nostro SAS nei confronti dei processi iperappresi, come ad esempio camminare, guidare e leggere. Tutto si svolge apparentemente in modo automatico, ma non appena ci troviamo in situazioni di novità, difficoltà o di forte emotività interviene il SAS che controlla rigidamente e con molta attenzione questi processi specifici. Non si può pensare ad altro che a dove si mettono i piedi quando si cammina sull'orlo di un precipizio, a differenza di quando si passeggia per fare shopping.

Il SAS è stato studiato funzionalmente dalla neuropsicologia attraverso pazienti con lesioni specifiche in siti diversi del lobo frontale, dei gangli della base, del cervelletto; da tali studi è emerso come il SAS sia direttamente implicato in diversi tipi di patologie da lesione cerebrale dove sono coinvolte memorie, emozioni e apprendimenti (quello motorio compreso).

I SISTEMI CENTRALI E IL SISTEMA ATTENTIVO SUPERVISORE (SAS)

Il SAS è multicomponenziale e, quindi, complesso e ricco di funzioni (non tutte note). Esso è deputato a fornire risorse attentive (che sono a capacità limitata) nei doppi compiti. Siamo in grado di guidare e parlare quando utilizziamo questi sistemi a livello di automatismo ma, quando dobbiamo prestare particolare attenzione a uno svincolo autostradale complicato o a un discorso molto complesso, cessiamo di occuparci di almeno uno dei compiti per investire tutte le risorse su quello che reputiamo più importante al momento. Tali risorse possono essere aumentate attraverso training specifici. Alcuni protocolli di lavoro per il potenziamento delle funzioni frontali (o, se si preferisce, del sistema esecutivo) sono utilizzati a livello di potenziamento cognitivo di sportivi, intellettuali e artisti; altri protocolli vengono



impiegati in riabilitazione per il recupero della memoria e di altre funzioni necessarie agli apprendimenti (Benso, 2004a).

Il SAS interviene nei cambiamenti improvvisi di compito (pensate al «net» nel tennis), nelle rielaborazioni in memoria di lavoro (per capire, provate a mettere in ordine alfabetico, mentalmente, dopo averle lette, le parole: «gatto», «tetto», «pipa», «chiodo», senza rileggerle). Nei processi di memorizzazione in genere può intervenire in fase sia di acquisizione che di recupero della traccia mnestica. Serve a organizzare per bene il materiale da ricordare o a recuperare «strategicamente» quel materiale ancora in memoria, ma non sufficientemente consolidato (ad esempio, se vi viene chiesto di ricordare come avete trascorso il penultimo week-end).

Come si diceva più sopra, le funzioni del SAS sono molteplici, non tutte note. Tenuto conto di quanto detto precedentemente, si può aggiungere ancora che è implicato a sostenere l'attenzione (dei diversi e numerosi tipi di attenzione; quella sostenuta è ciò a cui si riferiscono gli insegnanti quando dicono che il bambino «stacca» e non segue più), a mantenere la concentrazione sullo scopo (che vuol dire resistere all'interferenza dei distrattori, funzione utile alla comprensione del testo scritto) e alla modularizzazione delle funzioni strumentali più specifiche (alla formazione degli apprendimenti, come vedremo più sotto).

Tale modello è diventato centrale anche nella psicologia dello sviluppo dove fornisce spiegazioni più convincenti a diverse sindromi o disturbi specifici (dalla sindrome autistica, al disturbo dell'attenzione con o senza iperattività, al ritardo mentale, per arrivare al coinvolgimento nei disturbi specifici di apprendimento e di memorizzazione in genere).

Tutto il sistema è calibrato in modo da promuovere opportune interazioni tra sistemi centrali e periferici. In altri termini, come riferisce Shallice (1988), qualora il SAS intervenisse in ogni operazione causerebbe un ingorgo computazionale immediato e forti ritardi nei tempi di processamento generale. La sua presenza risulta invece essenziale quando l'attivazione di schemi abituali è insufficiente a predisporre una soluzione adeguata. Le situazioni ordinarie, invece, saranno risolte tramite l'attivazione diretta di schemi comportamentali usuali, che non richiedono interventi attentivi centrali. L'attività di controllo, e quindi l'intervento del SAS, come trattato da Benso (2004a) per quanto riguarda la riabilitazione, non è richiesta solo in situazioni di novità, ma anche ogniqualvolta si decida di migliorare uno schema. Tale effetto si può ottenere soltanto riportandolo provvisoriamente sotto il controllo del SAS, per poi renderlo nuovamente automatico. È quest'operazione che compiamo quando apprendiamo (o riabilitiamo una funzione deteriorata), quale che sia la disciplina che ci impegna: rallentiamo le azioni per poterle controllare ed eventualmente modificarne le fasi e poi le ripetiamo a ritmi sempre più

rapidi, per condurle all'automatismo o, in altre parole, modularizzarle (Benso, 2007).

Un'altra occasione che richiama l'intervento del sistema di controllo si presenta quando qualche difficoltà scuote l'autonoma attività modulare: un imprevisto, in tal senso, suscita un'immediata reazione emotiva che innesci l'intervento dell'esecutivo. Non sempre però l'emozione produce un circolo virtuoso, perché talvolta essa è tanto violenta da inserire o disinserire a sproposito l'esecutivo stesso.

Un esempio che può chiarire bene quanto appena detto lo si può trarre dal gioco del calcio durante la battuta di un calcio di rigore con l'intento di spiazzare il portiere. Durante la fase di rincorsa il giocatore deve valutare coscientemente con l'attenzione attivata se sta veramente spiazzando il portiere, all'ultimo momento deve calciare la palla con un gesto motorio automatizzato (pulito e sicuro). L'emozione provocata dalla «pressione» del pubblico e dovuta alla responsabilità del momento può disinserire il SAS nel momento della rincorsa (che verrebbe, in tal caso, effettuata quasi senza vedere il portiere o peggio la porta); al momento di calciare la palla, la stessa emozione inserisce il sistema di controllo su di un gesto iperappreso disturbando l'atto motorio automatizzato (il calcio sulla palla, in tal caso, non sarà fluido e potrà colpire «erba e pallone»). Questo è un chiaro esempio di sistema esecutivo disinserito o inserito a sproposito dall'emozione.

Lo stesso può accadere a uno studente che vuol ripetere la lezione argomentando e dialogando, evitando così di essere tacciato dall'insegnante di studiare in modo mnemonico. Anche in questo caso, l'emozione forte può far saltare il sistema e lo studente può cominciare a cantilenare in modo automatizzato ciò che ha studiato (Benso, 2004a).

Dice Le Doux (1996) che le connessioni che vanno dalle aree cerebrali emotive verso i lobi frontali sono maggiori di quelle che fanno il cammino inverso, perciò l'emozione è destinata a vincere sulla cognizione. Ciò è vero, però bisogna valutare come un SAS forte e strategico possa utilizzare lo stato emotivo per raggiungere i suoi scopi. Nel mondo dello sport, dove l'uomo supera se stesso (dando vita a record), vi sono molti esempi di giusta concentrazione attenta e di motivazione dettate da stati emozionali adattati allo scopo con specifici training. Questo interscambio tra sistema cognitivo ed emozionale non deve essere interpretato come in perenne conflitto; per l'uomo è, invece, un'importante opportunità in quanto succede spesso che i due sistemi non solo collaborino, ma addirittura si interscambino le funzioni ottenendo spesso maggiore efficienza.

Damasio (1995) definisce secondarie le emozioni che vengono apprese nel corso della vita come associazioni tra emozioni primarie e significato di determinati eventi. Esse sarebbero alla base di quella che viene definita «intelligenza sociale». Le emozioni secondarie sembrano

essere localizzate anatomicamente nel lobo frontale ventromediano (ibidem). Esse sono necessarie per i compiti immediati di giudizio o decisione che si presentano frequentemente nella routine quotidiana. Sono dei marcatori per le rappresentazioni dell'azione o dell'operazione da effettuare; l'intensità di questo «marker» può favorire uno schema di comportamento o di pensiero piuttosto che un altro. Sarebbe troppo svantaggioso attendere sempre la decisione razionale anche per le scelte meno importanti della giornata: si impiegherebbero ore anche per decidere il tipo di cravatta, il tipo di menù o la via da percorrere per andare al lavoro. Questo, tra parentesi, è ciò che capita ai pazienti con lesioni frontali localizzate nell'area ventromediana. L'emozione, proprio perché secondaria, contestualizza l'azione scelta rendendola non socialmente deplorabile (intelligenza sociale). Facendo riferimento al tempo di giudizio, essa riesce a far approssimare senza eccessive e inutili meticolosità, guadagnando tempo, quando si devono decidere azioni routinarie come ordinare una pizza, dare un appuntamento, scegliere senza indugio percorsi equivalenti per arrivare in un determinato posto, ecc.

A questo punto abbiamo definito e delineato le funzioni di controllo e i sistemi centrali; dobbiamo ora occuparci di affrontare il compito di definire e isolare le funzioni strumentali; per fare ciò dovremo comprendere come opera in tal senso la neuropsicologia, a partire dai suoi assunti, per arrivare a isolare le funzioni specifiche e le architetture funzionali.

INTRODUZIONE AI MODULI E BREVI CONTESTUALIZZAZIONI NEUROPSICOLOGICHE

Gli assunti più condivisi in neuropsicologia sono tre: modularità, corrispondenza e costanza. Il principio di modularità afferma: «l'architettura del sistema cognitivo è modulare». Senza questo assunto la ricerca in neuropsicologia sarebbe poco produttiva perché non si potrebbero isolare funzioni, processi o sistemi. Vedremo in seguito come il termine «modulo» avrà bisogno di ulteriori puntualizzazioni a carattere denotativo e connotativo nell'area neuropsicologica. Il principio di corrispondenza sostiene che esiste una qualche corrispondenza (non biunivoca) tra l'organizzazione funzionale della mente e l'organizzazione neurologica del cervello. Il principio di costanza stabilisce: «la prestazione di un paziente cerebroleso rispecchia l'attività del complesso del suo sistema cognitivo meno le componenti che sono state danneggiate dalla lesione cerebrale». In altri termini è teoricamente possibile sottrarre una funzione lesionata senza che l'intero sistema venga riconfigurato. È comunque molto raro in neuropsicologia trovare lesioni talmente circoscritte da presentare un caso «puro».

La neuropsicologia ha l'esigenza di ricostruire i processi cerebrali attraverso le architetture funzionali che

possiamo intendere come veri e propri diagrammi di flusso. Tali diagrammi fanno emergere a livello di spiegazione le mere descrizioni neuroanatomiche, isolando e connettendo le tappe più importanti delle diverse elaborazioni cognitive. Le architetture dei processi modulari più importanti per l'uomo, come ad esempio quelle del linguaggio, della percezione, della lettura, del gesto, sono state realizzate e sono in corso di modifica permanente. Ovviamente questi modelli non sono frutto di astratte speculazioni teoriche, ma rappresentano accurate ricostruzioni attraverso diversi metodi di indagine su pazienti con lesioni specifiche (principio di costanza) o su soggetti normali sottoposti a opportuni paradigmi sperimentali.

Dalle architetture funzionali discendono i metodi di indagine, come le prove psicometriche (test) utili a riconoscere e isolare il sistema specifico che non funziona nelle diverse patologie neuropsicologiche.

Un importante metodo utilizzato in neuropsicologia per isolare i moduli e per la costruzione delle architetture funzionali è quello delle dissociazioni e doppie dissociazioni. Tale metodo si basa sul principio di costanza definito sopra.

Una dissociazione riguardante gli esiti dello svolgimento di due compiti diversi può significare che essi richiedono differenti sottosistemi di elaborazione; ciò orienta su come i sistemi vadano opportunamente collocati e collegati dentro l'architettura a cui appartengono.

Si ha una dissociazione semplice quando un paziente con lesione cerebrale specifica esegue bene un compito, ma ne fa male un altro; ciò potrebbe indurre a ipotizzare l'indipendenza tra i sistemi sottostanti dai due compiti. Tuttavia, la dissociazione semplice può formarsi anche per il solo effetto della diversa difficoltà dei compiti scelti. Non si pensa a due sistemi separati di elaborazione se un singolo paziente legge bene le parole ad alta frequenza d'uso e legge male quelle a bassa frequenza. Scoprire, invece, una doppia dissociazione tra due pazienti rende le conclusioni più affidabili.

Si dice che c'è «doppia dissociazione» quando, considerati due diversi compiti, un paziente A si comporta significativamente meglio di un paziente B in un primo compito (dissociazione semplice) e nel secondo compito la situazione è opposta (doppia dissociazione). In altri termini, se c'è un paziente A che legge bene le parole irregolari, ma non legge le non parole (parole che non esistono nella sua lingua) e, viceversa, se esiste anche un paziente B che non legge bene le parole irregolari, ma legge le non parole, si può concludere che i sottosistemi preposti per questo tipo di lettura sono separati e in parallelo nell'architettura funzionale che rappresenta il sistema lettura. È importante far notare che, se «l'incrocio» avviene per compiti (a forma di complementarità dei difetti psicologici; Shallice, 1988), non vi è sempre

doppia dissociazione. È errato dire (anche se sembra la stessa cosa) che vi è doppia dissociazione se un paziente A fa meglio il primo compito del secondo compito e se il paziente B fa l'opposto, perché i livelli di prestazione di A potrebbero essere entrambi vicini alla norma e quelli di B entrambi molto al di sotto della media, anche se invertiti; in questo caso solo uno dei due pazienti sarebbe di livello «patologico» e non vi sarebbe nessuna dissociazione nei sistemi specifici deputati.

L'indagine attraverso le doppie dissociazioni per costruire le architetture funzionali è tra i metodi più affidabili, ma può essere soggetta a errore. I compiti devono essere scelti in modo che rappresentino ben definite funzioni cognitive (Benso e Umiltà, 1998). Vi sarebbero, inoltre, almeno cinque modelli di false doppie dissociazioni.¹

I SISTEMI SPECIFICI O MODULI

Fodor (1983) teorizza la «mente modulare» e le sue osservazioni diventano materiale di confronto per alcune delle discipline appartenenti alle neuroscienze. La teoria modulare «forte» di Fodor è criticata dalla neuropsicologia cognitiva in alcuni dei suoi assunti, ma è stata un utile punto di partenza. L'architettura della mente concepita da Fodor prevede l'esistenza di strutture specializzate nell'elaborazione dei differenti input provenienti dall'esterno, definite moduli. L'informazione giunge al modulo attraverso un sistema di trasduttori sensoriali (ad esempio, per la visione, i coni e i bastoncelli) che trasformano l'input in un formato tale che la struttura specializzata lo possa elaborare (specifico per quel dominio); ne esce un output superficiale che è a modalità specifica e frutto di una computazione complessa ed efficientissima, ma «stupida» e inconsapevole, pronta per essere interpretata dai sistemi centrali e dalla coscienza.

I moduli sono veloci, automatizzati e dominio-specifici; si attivano, pertanto, in maniera meccanica alla comparsa dello stimolo appropriato, agiscono in autonomia compiendo operazioni obbligate e sarebbero impermeabili alla coscienza e alle informazioni «top down» (le conoscenze che derivano dai sistemi più «alti»). Sono geneticamente determinati e poggiano su un'architettura neurale fissa, non sono assemblabili, quindi non emergono rappresentazioni intermedie tra l'input e l'output, ma hanno una struttura monolitica che preclude l'utilizzo di eventuali sottosistemi da parte di altre unità di elaborazione.

Sintetizzando, per Fodor sono moduli solamente i sistemi di input percettivi e il linguaggio anche se, con quest'ultimo, emergono maggiori problemi nel farlo rientrare nella definizione di modulo con tutti i vincoli introdotti più sopra. Quelli che Fodor definisce i processi centrali,

¹ Per approfondimenti vedi Shallice (1988); Benso e Umiltà (1998); Benso (2004a).



al contrario, sono sotto il controllo della volontà, quindi più lenti, e influenzati dal sistema di credenze che il soggetto possiede; sono perciò controllabili e sensibili a finalità cognitive globali. Fodor postula dunque una netta dicotomia tra l'ottuso, ma efficientissimo, determinismo modulare e la plasticità feconda dei processi centrali.

Le critiche dei neuropsicologi clinici e cognitivi alla teoria di Fodor arrivano da più parti. Shallice (1990, p. 38) sostiene che: «[...] per gli scopi della neuropsicologia, i criteri che egli suggerisce potrebbero risultare troppo specifici e i sistemi ai quali si potrebbero applicare troppo limitati». Sempre Shallice (1990), per ridefinire il concetto di «modulo», cita Marr (1982) con la definizione di «sistemi relativamente isolabili». Nel frattempo, relativamente all'età dello sviluppo, si innesta la critica di Karmiloff-Smith (1992) per la quale i sistemi non sono già preformati, ma si modularizzano nell'arco dello sviluppo stesso: una predisposizione innata deve subire sufficienti stimolazioni dall'ambiente per divenire un modulo efficiente. Questa tesi tempera innatismo fodoriano e costruttivismo piagetiano. Poco prima viene pubblicata la teoria modulare di Moscovitch e Umiltà (1990) che, attraverso esempi e osservazioni di casi e patologie in «doppia dissociazione», nega uno dei principi «forti» di Fodor: la «non assemblabilità», definendo una gerarchia tra i moduli, che vedremo subito sotto. Semplificando, per Fodor sono moduli solo i sistemi di input percettivi e il linguaggio; per la neuropsicologia cognitiva sono moduli tutti i sistemi funzionalmente separabili e quindi anche tutti i tipi di apprendimento dopo che è avvenuto il processo di modularizzazione, come direbbe Karmiloff-Smith (1992).

La distanza che attualmente intercorre tra la neuropsicologia cognitiva e la teoria fodoriana è valutabile attraverso la sistematizzazione di Sternberg (2001). Egli sostanzialmente asserisce che i moduli sono parti in un certo modo indipendenti (contro l'incapsulamento rigido di Fodor) che hanno funzioni differenti. Secondo Sternberg (2001) un modulo può esso stesso essere composto da moduli (contro il principio di «non assemblabilità»); inoltre un criterio per definire la modularità è la «modificabilità separata» dei sistemi considerati. Questo, in laboratorio, si può ottenere «stressando» un sistema e valutando se l'altro rimane pur sempre efficiente; ciò farebbe ipotizzare che i due sistemi siano separati e in parallelo. Se, in seguito, si riesce a ottenere l'operazione inversa, è una chiara e maggiormente affidabile doppia dissociazione. Nella scelta dei compiti in questi casi bisogna avere l'avvertenza di evitare interferenze strutturali o di risorse centrali (a capacità limitata).

LA TEORIA MODULARE DI MOSCOVITCH E UMILTÀ

Con Moscovitch e Umiltà (1990) vengono presi in considerazione e riconsiderati tre punti sostanziali della teoria fodoriana: specificità di dominio, incapsulamento

SISTEMI CENTRALI E APPRENDIMENTO

computazionale e output superficiale, mentre viene criticato il principio di non assemblabilità tra moduli con argomenti sperimentali molto convincenti.

La teoria modulare di Moscovitch e Umiltà introduce una gerarchia chiarificatrice tra moduli che vengono distinti fondamentalmente in tre tipi.

I moduli del «primo tipo» sarebbero quelli «alla Fodor», non assemblati con una loro specificità funzionale. Ad esempio sarebbero moduli del primo tipo la percezione dei colori, della profondità, delle frequenze acustiche, della localizzazione sonora e visiva, dei visi e l'esecuzione degli atti motori più semplici.

Quelli del «secondo tipo» sarebbero moduli di primo tipo assemblati su base innata con l'output integrato da un elaboratore centrale che sembra distaccare risorse per dedicarle definitivamente al modulo. Esempi di moduli del secondo tipo sono le abilità linguistiche, il riconoscimento degli oggetti e l'atto motorio del camminare. L'intervento del processore non è dettato dalla volontà del soggetto che è semplicemente sorretto dalle energie attentive implicite sviluppate dal lobo frontale. In patologia troviamo le agnosie e le afasie.

I moduli del «terzo tipo», infine, sono quelli assemblati su base esperienziale (ad esempio lettura e abilità motorie complesse); in questo caso il processore è fortemente implicato attraverso un atto consapevole, cosciente e volitivo. Deficit tipici sono la dislessia e l'aprassia ideativa. Quest'ultimo disturbo deriva da una lesione alla porzione posteriore dell'emisfero sinistro e si concretizza nel fatto che il paziente è incapace di svolgere azioni complesse apprese, come preparare il caffè. In altre parole, il paziente può ricordare le singole azioni, ma non riuscire ad assemblarle. Moscovitch e Umiltà (1990) sostengono, nel caso dell'aprassia ideativa, che essendo integre le singole azioni si dimostrerebbe che il problema è nel collegamento con il processore centrale e non nei moduli del secondo tipo sottostanti. Essi dicono, inoltre, che lo stesso punto di vista può essere trasferito sulla dislessia, che può quindi essere dovuta a difficoltà ad assemblare moduli (percezione visiva e linguaggio) che hanno l'output intatto. Ovviamente è da sottolineare il fatto che, data l'ipercomplessità del modulo del terzo tipo, non è da escludere la possibilità di un output degradato dei sottomoduli. L'apprendimento motorio complesso è un modulo del terzo tipo; richiede perciò nella fase di «modularizzazione» un impiego notevole di risorse attentive. Il *modello del continuum* esplicitato di seguito farà comprendere come sia possibile arricchire le risorse attraverso l'apprendimento motorio stesso.

IL MODELLO DEL CONTINUUM

Il modello presentato nella figura 1 deriva da uno più complesso che è in corso di sperimentazione anche con circuiti integrati e reti neurali. Vengono omesse in questo contesto due componenti importanti: la coscienza e le

NOT FOR PUBLIC RELEASE

emozioni. La definizione del termine «processore dedicato» verrà qui tralasciata; esso discende dal lavoro di Moscovitch e Umiltà (1990) e viene ulteriormente sviluppato da Benso (2007) come aspetto dell'attenzione implicita. Le frecce tratteggiate stanno a significare gli scambi energetici che discendono dal sistema centrale al modulo e risalgono dal modulo ai sistemi centrali in un circuito continuo di rinforzo reciproco. Tale collegamento è utile anche per informare i sistemi centrali della necessità di intervento e di sostegno al modulo; in questo caso i marcatori emotivi rivestono un compito molto importante (Damasio, 1995). I tasti T1 e T2 riassumono funzioni più complesse di quanto appare in figura. T1 alzato esemplifica lo stato di stand by del processore centrale e quindi l'incapsulamento del modulo quando lavora in condizione di automatismo. T1 abbassato conduce le risorse verso il modulo. Questo avviene quando il sistema è sollecitato dal maggior impegno cognitivo o da spinte emotive che attivano anche il sistema di controllo (importante funzione esecutiva). T2 abbassato rappresenta il collegamento dell'output superficiale del modulo con i sistemi centrali; dopo questa fase la rappresentazione in uscita dal modulo da implicita può diventare esplicita. Tale rappresentazione può essere ridescritta e interpretata dai sistemi centrali ed emergere anche a livello di coscienza. T2 alzato, invece, suggerisce un'interruzione del collegamento per almeno quattro motivi. Primo: l'output è degradato, quindi non riesce a interfacciarsi con i sistemi centrali integri (ad esempio nel caso dell'agnosia appercettiva). Secondo: vi sono altri output in

concorrenza, ma irrilevanti allo scopo; la debolezza del SAS (che appartiene ai sistemi centrali) non riesce, in tal caso, a operare e organizzare una selezione utile (come avviene nel caso della difficoltà di comprensione del testo scritto). Terzo: l'output superficiale è ben formato, ma i sistemi centrali non possono interpretarlo perché deteriorati (come nella demenza). Quarto: banalmente, il sistema non è interessato a rendere esplicita l'uscita del modulo, come quando operiamo a livello di routine automatizzate (vedi Benso, 2007).

Dal modello emerge che non vi è la dicotomica separazione sistemi centrali versus modulo (alla Fodor), ma dai sistemi centrali emerge un SAS che collega alcune sue funzioni a specifici moduli per formare un sistema unico, dove le interazioni sarebbero regolate come sopra descritto.

Tutto ciò comporta alcune conseguenze molto importanti. Se SAS e modulo sono interconnessi, ogni qualvolta si vuole misurare con prove psicometriche qualche funzione esecutiva bisogna sottrarre l'influenza del modulo stesso. Ad esempio, se vogliamo misurare la componente di «funzione di controllo» dell'attenzione selettiva, possiamo utilizzare prove di ricerca visiva rapida che si basano sulla cancellazione di un bersaglio difficile da vedere, perché circondato da distrattori. Per essere sicuri della validità metodologica di ciò che misuriamo dovremo, però, prima controllare la velocità di cancellazione (motoria) «pura» senza compito di ricerca visiva (bersaglio senza distrattori). Tale velocità visuo-motoria sarà poi da sottrarre alla prova completa (bersagli immersi nei distrattori), per evitare di classificare come disturbo di attenzione selettiva visiva una lentezza del movimento.

In riabilitazione o nel potenziamento di un modulo è necessario, invece, stimolare sia il modulo che il SAS e tutti i tipi di attenzione da esso derivati. Quindi se ci occupiamo, ad esempio, di linguaggio, è necessario stimolare «logopedicamente» il modulo, ma non dimenticare di stimolare anche le funzioni esecutive ad esso collegate. Nel caso del trattamento, pertanto, vanno integrate le diverse stimolazioni che vanno dai moduli ai sistemi centrali. Benso (2004a) utilizza, per valutare gli effetti del trattamento integrato, il modulo lettura, perché più facilmente misurabile di molti altri in sillabe al secondo e ottiene un progresso in tre situazioni diverse: di 0,9 sillabe/secondo in 4 mesi, di una sillaba/secondo in un anno e di 1,4 sillabe/secondo in 16 mesi con 4 mesi di interruzione del trattamento. Per valutare l'entità del progresso ottenuto basta ricordare che Stella, Faggella e Tressoldi (2001) documentano come l'incremento annuale per un buon

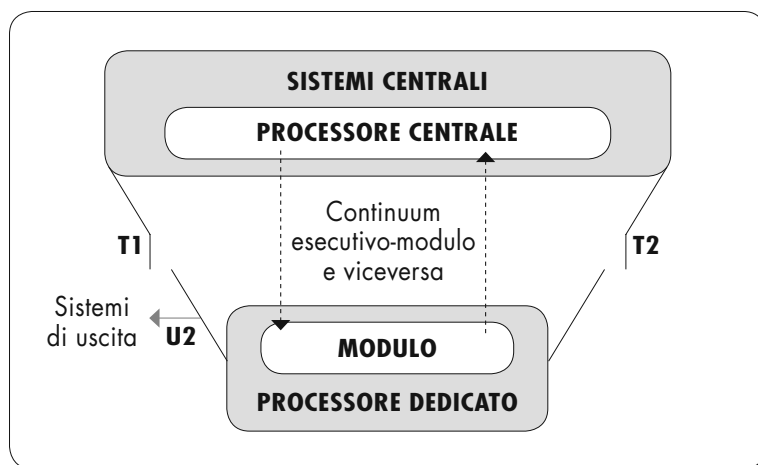


Fig. 1 IL MODELLO DEL CONTINUUM TRA MODULO E SISTEMI CENTRALI. La linea tratteggiata indica un'interazione continua nei due sensi tra modulo e sistema esecutivo. È un collegamento che crea un sistema unico e promuove lo scambio di informazioni necessario a far intervenire circuiti più complessi esemplificati dalle linee continue. T1 alzato simboleggia lo stato di incapsulamento dai processi top-down quando il modulo lavora in autonomia. T1 abbassato indica il controllo dei sistemi centrali sul modulo. U2 è l'uscita dopo la computazione modulare implicita e non consapevole. T2 simboleggia il collegamento con i sistemi centrali della rappresentazione in uscita dal modulo (U2, efficiente, ma «stupido»); nel caso di T2 abbassato la rappresentazione viene ridescritta e interpretata dai sistemi centrali che ne traggono il significato rendendola esplicita e facendola emergere alla coscienza (prospetto fornito da Eva Benso).

lettore sia di 0,5 sillabe al secondo e 0,29 per un soggetto dislessico. In effetti un recupero ottenuto con un deficit di lettura che si basa su sillabe al secondo misurate prima e dopo il trattamento è più chiaramente documentabile e affidabile di recuperi ottenuti con popolazioni inquadrate da etichette diagnostiche che si basano principalmente su questionari. Quest'ultimo è uno dei motivi per cui viene scelta la dislessia come patologia per indagare sui trattamenti (integrati: modulo e sistema esecutivo) e sul modello del continuum.

Infine si può rimarcare che un SAS debole non potrà contribuire alla formazione di moduli molto complessi; viceversa moduli non molto efficienti possono rinforzare poco le funzioni esecutive che competono loro. Il modello suggerisce che un problema al modulo si riscontra anche in alcune funzioni esecutive e viceversa. Posner e Di Girolamo (2000, p. 417), commentando esperimenti che valutano lo sviluppo del linguaggio e del SAS in bambini di 18-24 mesi, affermano che: «lo sviluppo del Sistema Attentivo Supervisore è importante per l'apprendimento di strutture complesse e per il controllo del linguaggio durante il secondo anno di vita». Benso, Usai, Alcetti e Berriolo (2005) trovano la caduta di alcune funzioni esecutive con soli due test che valutano tali funzioni in ben 15 soggetti dislessici su 17.

Queste valutazioni possono indicare che, allenando gradualmente dei moduli complessi, si potenziano anche le funzioni esecutive. L'allenamento motorio inserito nelle arti, nello sport e nel gioco è tra i migliori (anche per evidenti ragioni motivazionali) per ottenere questo scopo. Ovviamente perché sia efficace deve mantenere i crismi dettati dal modello teorico, ma questo è ciò che fanno da anni, indipendentemente dalla conoscenza del modello stesso, gli allenatori, i coreografi, i maestri d'arte di alto profilo professionale. Di seguito vedremo esempi di stimolazione del SAS attraverso il movimento complesso.

Alcune riflessioni

Riassumendo, dai dati e dalle indagini neuroanatomiche emerge che il processore è sempre collegato e pronto a intervenire sul sistema periferico. Le emozioni possono essere strumenti efficaci per inserire o disinserire nel processo modulare il SAS. Sembra che la soluzione del controllo delle diverse routine e subroutine si possa trovare attraverso una compensazione tra controllo periferico e centrale; la periferia agisce in situazione «a regime» con il processore in stand by, ma pronto a intervenire nell'imprevisto, nel conflitto e nella difficoltà cognitiva.

Si sostiene soprattutto come qualsiasi apprendimento abbia bisogno di risorse attentive per realizzarsi; pertanto la riabilitazione deve occuparsi non solo del disturbo specifico, ma anche dei moduli attentivi ad esso dedicati oltre che del SAS. I risultati ottenuti con il trattamento integrato in diverse patologie modulari e della memoria nel trauma cranico adulto vanno verso questo modello riabilitativo (Benso, 2004a; 2004b).

La testistica stessa deve iniziare a valutare anche nei disturbi specifici le debolezze attentive o, se sarà possibile, ricavare il «profilo» delle debolezze attentive sottostanti a ogni patologia anche molto specifica (vedi ad esempio Ozonoff e Jensen, 1999). Il modulo e il SAS in alcune sue specifiche funzioni formano un unico circuito che si sviluppa lungo un continuum; ciò comporta che, in caso di lesione, qualsiasi punto del continuum possa essere implicato può indebolire entrambi i versanti (come le scoperte sulla plasticità cerebrale insegnano; vedi Merzenich et al., 1983). Risulta pertanto difficile trovare casi clinici simili anche se catalogati sotto la stessa etichetta diagnostica. A livello di prove psicometriche (test), è necessario, ogni qualvolta si vogliano misurare le funzioni esecutive «pure», avere l'avvertenza di sottrarre l'influenza del modulo che svolge il compito.

I moduli più complessi (quelli del terzo tipo secondo Moscovitch e Umiltà, 1990) richiedono durante la loro formazione un intervento diretto del SAS. Lavorando su tali tipi di moduli si sollecita perciò il SAS. Ne deriva che l'apprendimento motorio complesso, per i contesti «ludici» dove si può esprimere, può essere un ottimo e motivante esercizio per favorire lo sviluppo del SAS.

ESEMPI DI STIMOLAZIONE DEL SAS ATTRAVERSO IL MOVIMENTO COMPLESSO

In alcuni centri clinici si è pensato di indirizzare bambini con disturbo dell'attenzione o più generica debolezza al SAS verso attività ludiche, sportive, artistiche scelte dal bambino, ma mediate secondo determinati criteri. Si sono perciò osservate alcune regole necessarie al conseguimento dello scopo. Tali regole si possono riassumere in due punti: primo, interagire con un istruttore preparato e formato; secondo, scegliere attività di gruppo o singole, ma non di squadra.

Il primo vincolo comporta che l'istruttore abbia una professionalità di alto profilo nella disciplina che gli compete (come dicevamo sopra, i grandi allenatori, coreografi e artisti sanno già stimolare oltre al modulo le funzioni esecutive); inoltre deve prendere consapevolezza che sta allenando determinate funzioni (attraverso una appropriata formazione anche psicomotoria), alcune delle quali sono proprio quelle carenti del bambino attentivamente debole. Deve inoltre sapere che stimolare il SAS al limite delle risorse rende irritabili (comportamento tipico dei pazienti con lesione ai lobi frontali). Ognuno di noi, in situazione di «doppio compito» che richiede alto carico attentivo, sente il forte fastidio psicologico del compito interferente; immaginate di essere alla guida di un'auto in una città sconosciuta mentre dovete ascoltare un vicino che parla d'altro, fa domande e nel frattempo vi state perdendo nel traffico... L'irritabilità del bambino con SAS debole si accompagna a stress e alla difficoltà nel gestire la frustrazione relativa allo svolgimento dei compiti.

Il secondo punto, collegato al primo, indica di evitare sport di squadra. Nella fase di recupero, piccoli o grandi insuccessi possono essere critici per l'autostima; uno sport di squadra per un bambino attentivamente debole è penalizzante, perché gli stessi compagni faranno pressione e tenderanno a emarginarlo dal gioco. Uno sport di gruppo lascia, invece, maggiore libertà di poter migliorare seguendo il proprio ritmo di apprendimento.

Per essere ancora più espliciti, scartati gli sport di squadra fortemente agonistici, piuttosto che decidere in base a quello che genericamente si sa di determinati sport, arti o centri, la scelta dovrebbe essere compiuta in base alla conoscenza diretta delle attitudini dell'istruttore o dello psicomotricista che conduce il gruppo.

Durante l'apprendimento di un'attività ludico-sportiva si possono affrontare diversi e importanti aspetti del sistema esecutivo (gestione della frustrazione, controllo dell'interferenza, sviluppo delle risorse), calibrando le difficoltà sulle reali risorse del soggetto che sarà impegnato in esercizi sempre più complessi. Per fare ciò l'istruttore dovrà sfruttare al massimo le spinte motivazionali che la disciplina e il suo carisma possono fornire, perché è nella fase critica dell'attività che, se il bambino non è ben «agganciato» psicologicamente, è possibile che interrompa la frequenza all'attività. Il bambino con SAS debole è portato a fuggire non appena sente che viene sollecitato proprio in quelle determinate funzioni. Il genitore stesso dovrà verificare, quando il bambino dirà di non voler più andare a praticare, se ciò sia dovuto a noia da ipostimolazione (si è sentito abbandonato nel gruppo dove vengono considerati solo i più bravi), a vessazioni e maltrattamenti di allenatori troppo «convinti» e poco preparati o alla giusta stimolazione del SAS che mette inevitabilmente in difficoltà.

Vi è altresì un delicato lavoro sull'autostima, che può essere di aiuto per perseguire gli obiettivi sopra delineati e che non va trascurato. L'autostima non aumenta con supporti psicologici che non si basino sull'esame di realtà; pertanto, solo potenziando l'individuo si lavora veramente sulla crescita del senso dell'autoefficacia, il quale sembra strettamente collegato al recupero della motivazione e dell'autostima. Inoltre, per i bambini che possono evitare centri clinici che li fanno sentire ammalati, ritardati o portatori di problematiche, è fondamentale praticare in un campo sportivo o in una palestra, in una ludoteca piuttosto che in un consultorio.

L'allenatore (o l'operatore clinico stesso nel centro dove lavora) dovrebbe richiedere l'apprendimento di sequenze motorie complesse alla portata dell'età del bambino nel minor tempo possibile. L'incalzare adeguato del tempo richiama l'attenzione, come la percezione veloce induce a concentrare molte risorse attentive, ma questi aspetti aprirebbero nuovi e interessanti argomenti che comunque sono oggetto di studio, di ricerca e di applicazione nei nostri laboratori. Si dovrebbe mantenere un ritmo di apprendimento stabilito in base all'età e alla

difficoltà del bambino stesso, evitando programmi di livello superiore, ma soprattutto (e su questo punto insisto in modo particolare) evitare sedute con apprendimenti passivi, che si realizzano per inerzia dopo diverso tempo di pratica distratta e priva di iniziativa (questo è un forte motivo di insuccesso per molti trattamenti riabilitativi in diverse discipline). Per il rinforzo del gesto vanno ripetuti ogni volta i «fondamentali» necessari per acquisire tale apprendimento, supportando con estrema attenzione il bambino nella gestione della frustrazione sul compito ripetuto più volte. Non si può sviluppare un modulo complesso se non si ha padronanza comportamentale (Karmiloff-Smith, 1992) dei sottomoduli più semplici e non si investono sufficienti risorse. La ripetizione dei fondamentali è condivisa in tutte le discipline che arrivano a esprimersi a livelli elevati. Abbozzare apprendimenti complessi con sottomeccanismi non ben sviluppati porta a situazioni di compensazione e di impiego atipico dell'abilità in questione, che possono creare memorie di attuazione anomale e difficili poi da far estinguere. Il sistema che non si basa sull'adeguato sviluppo dei sottomoduli si specializza in modo particolare e mancherà poi della flessibilità necessaria a risolvere altri e diversi tipi di compiti. Questa fase più gravosa (il bambino sta modularizzando e automatizzando) può essere eseguita anche a livello di «gioco corale» con il gruppo che effettua le reiterazioni dei movimenti. Il tutto dovrebbe avvenire senza far «saltare» il sistema del bambino, ma tenendolo il più possibile appena sotto il massimo di pressione sopportabile, esortandolo e motivandolo per superare i propri limiti. Il principio è questo e vale per l'apprendimento di uno strumento, di uno sport, di un'arte marziale, della danza e in riabilitazione. Il gesto poi va riproposto, scomposto, analizzato, riassembleato, sincronizzato, velocizzato, automatizzato e infine verificato. In tal modo si stimola direttamente il SAS per tutti gli aspetti che abbiamo sottolineato sopra e si sollecita l'abitudine a riflessioni sempre più autonome da parte del soggetto, che prende coscienza di ciò che deve fare e dei diversi passaggi necessari per ottenere le differenti abilità.

Se il bambino supera il periodo critico dello stress, diventa per lui motivante la maggior capacità di concentrazione, di attenzione sostenuta e di controllo che è possibile trasferire in altri ambiti. In questi casi il transfert è molto semplice a parità di motivazione, perché non deriva da training che dicono al sistema attentivo cosa deve fare (di tipo metacognitivo), ma deriva da una impostazione che stimola direttamente le risorse del sistema che fa e opera effettivamente e si ritrova, perciò, con più risorse a disposizione spendibili nei diversi contesti di vita. Tale potenziamento ricade sul senso di autoefficacia che spinge sia la motivazione che l'autostima, trovando finalmente uno sbocco a una situazione di impotenza appresa (depressiva), favorendo una crescita più armonica e fornendo più occasioni per migliorare la qualità della vita dell'individuo in questione.

■

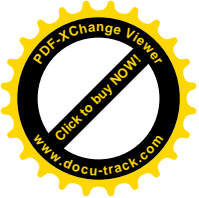
ABSTRACT

A cognitive model derived from Moscovitch and Umiltà (1990), and revised by Benso (2004; 2007), that explains the interaction between the central nervous system and diverse learning skills, is presented in this article. «Executive functioning», a definition for the brain's higher functional levels, is used to explain Moscovitch-Umiltà's «modules»

or learning skill formation. Following a detailed and well-supported illustration of the model, the article demonstrates how complex motor learning, if motivation is well-managed, can be useful in recuperating or in developing attention resources in the «Supervisory Attention System».

BIBLIOGRAFIA

- Baddeley A.D. (1986), *Working memory*, Oxford, Clarendon Press, trad. it. *La memoria di lavoro*, Milano, Raffaello Cortina, 1990.
- Benso F. (2004a), *Neuropsicologia dell'Attenzione. Teoria e Trattamenti nei disturbi di apprendimento*, Pisa, Edizioni Del Cerro.
- Benso F. (2004b), *I protocolli riabilitativi di tipo cognitivo integrati con trattamenti attentivi: alcune considerazioni teoriche e sperimentali a sostegno*, «Giornale Italiano delle Disabilità», vol. 4, n. 3, pp. 41-48.
- Benso F. (2007), *Un modello di interazione tra il Sistema Attentivo Supervisore e i sistemi specifici nei diversi apprendimenti*, Giornata scientifica «Polo di ricerca e intervento sui disturbi del linguaggio e dell'apprendimento», Genova, 26 gennaio 2007.
- Benso F. e Umiltà C. (1998), *Doppie dissociazioni in reti neurali*, «Giornale Italiano di Psicologia», vol. 25, n. 3, pp. 533-557.
- Benso F. e Usai M.C. (2003), *Multicomponenzialità del Sistema Esecutivo*, Congresso AIRIPA, Novara, 17-18 ottobre 2003.
- Benso F., Usai M.C., Alcetti A. e Berriolo S. (2005), *Il Sistema Attentivo Supervisore e il suo intervento nei disturbi di apprendimento*, «Dislessia», vol. 2, n. 2, pp. 171-178.
- Damasio A.R. (1995), *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Milano, Adelphi.
- Fodor J.A. (1983), *The Modularity of Mind. An Essay on Faculty Psychology*, Cambridge, MA, MIT Press, trad. it. *La mente modulare*, Bologna, Il Mulino, 1988.
- Karmiloff-Smith A. (1992), *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*, Cambridge, MA, MIT Press, trad. it. *Oltre la mente modulare*, Bologna, Il Mulino, 1995.
- LeDoux J. (1996), *The Emotional Brain*, New York, Simon & Schuster, trad. it. *Il cervello emotivo*, Milano, Baldini e Castoldi, 1998.
- Luria A.R. (1976), *The Working Brain. An Introduction to Neuropsychology*, Harmondsworth, Penguin Book, trad. it. *Come lavora il cervello. Introduzione alla neuropsicologia*, Bologna, Il Mulino, 1977.
- Marr D. (1982), *Vision*, San Francisco, Freeman & C.
- Merzenich M.M., Kaas J.H., Wall J., Nelson R.J., Sur M. e Felleman D. (1983), *Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3B and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation*, «Neuroscience», vol. 8, pp. 33-55.
- Moscovitch M. e Umiltà C. (1990), *Modularity and neuropsychology*. In M. Schwartz (a cura di), *Modular processes in Alzheimer's Disease*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Ozonoff S. e Jensen J. (1999), *Specific executive function profiles in three Neurodevelopmental disorders*, «Journal of Autism and Developmental Disorders», vol. 29, pp. 171-177.
- Posner M.I. e Di Girolamo G.J. (2000), *Executive attention: Conflict, target detection, and cognitive control*. In R. Parasuraman (a cura di), *The attentive brain*, Cambridge, MA, MIT Press.



- Shallice T. (1988), *From neuropsychology to mental structure*, Cambridge, University Press, trad. it. *Neuropsicologia e struttura della mente*, Bologna, Il Mulino, 1990.
- Spinnler H. (1996), *Le demenze «corticali», in particolare la malattia di Alzheimer*. In G. Denes e L. Pizzamiglio (a cura di), *Manuale di Neuropsicologia*, Bologna, Zanichelli.
- Stella G., Faggella M. e Tressoldi P. (2001), *La dislessia evolutiva lungo l'arco della scolarità obbligatoria*, «Psichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza», vol. 68, pp. 27-41.
- Sternberg S. (2001), *Separate modifiability, mental modules, and the use of pure and composite measures to reveal them*, «Acta Psychologica», vol. 106, pp. 147-246.