

Approccio neuromotorio ai Disturbi Specifici di Apprendimento come disprassia sequenziale

Piero Crispiani e Marco Paolo Dellabiancia*

Abstract

Nell'articolo gli autori, pur procedendo nella prospettiva già da tempo proposta da P. Crispiani sulla natura della dislessia-disgrafia-discalculia come Disturbo tendenzialmente *integrato, qualitativo e parzialmente pervasivo* (Disprassia sequenziale), si soffermano in particolare a considerare alcune dimensioni neuromotorie dell'operatività cerebrale richiesta dall'atto del leggere. In tal senso descrivono tre diversi processi percettivo-motori e la loro necessaria integrazione nella realizzazione complessiva unitaria della funzione, partendo dal quadro complessivo del movimento delineato da Jeannerod, dove si definiscono tre piani operativi diversi. I tre processi percettivo-motori così descritti appartengono al piano intermedio, quello che si compie in modo del tutto automatico e, soprattutto, seguendo *vie modulari* (cioè tendenzialmente autonome nell'elaborazione), da cui nasce, pienamente nell'ottica dell'*Embodied Cognition*, la soluzione del trattamento adottata nel Polo SAF e dal Sistema CoCliTe.

Premessa

Nel presente articolo analizziamo alcuni aspetti della natura neuromotoria dei Disturbi Specifici d'Apprendimento, presentandone i principali modelli scientifici. Ciò in riferimento alla nostra visione della dislessia-disgrafia-discalculia come Disturbo tendenzialmente

integrato, qualitativo e parzialmente pervasivo (Disprassia sequenziale).

Alla luce della considerazione della dislessia in quanto disturbo di natura neuromotoria più che neurolinguistica, dal momento che interessa il linguaggio nella componente motoria (articolatoria, fonatoria, sequenziale, sintagmatica), anziché semantica, fonologica, l'indagine prelude alle linee dell'azione abilitativa, diretta e indiretta, su questa sindrome.

Il modello di analisi qui proposto costituisce una delle modalità di esplorazione delle funzioni esecutive coinvolte nelle prestazioni

* Piero Crispiani, Università di Macerata, Pedagogista Clinico, Direttore scientifico del Centro Italiano Dislessia (<http://www.centroitalianodislessia.it>); Marco Paolo Dellabiancia, Pedagogista Fiped, docente incaricato nelle Università di Macerata, Bologna e Ferrara.

del leggere e dello scrivere, ma, non di meno, del calcolare, che pongono in evidenza la natura fondamentale dinamica di tali prestazioni e il radicale coinvolgimento della motricità e dello stato della dominanza laterale dell'individuo.

Il modello logico del funzionamento motorio di Jeannerod

La nostra concezione dei Disturbi Specifici d'Apprendimento come Disprassia sequenziale trova interessante e pertinente associazione nel modello gerarchico delle prassie¹ di Jeannerod (1990), così come ripreso recentemente (Camerini e De Panfilis, 2003). In realtà la proposta di tale autore inizialmente intendeva occuparsi soltanto delle disprassie, per giungere a distinguere quando considerarle un *disturbo primario* o un *disturbo secondario*.² Si trattava, infatti,

di differenziare le manifestazioni originali da quelle disorganizzazioni dell'attività prattognosica che si possono riscontrare in collegamento ad altre condizioni patologiche quali il *ritardo mentale*, i *disturbi pervasivi dello sviluppo* e taluni *disturbi di personalità*.

Lo stesso modello teorico tuttavia può costituire un interessante riferimento paradigmatico della descrizione e interpretazione generale della motricità umana, secondo un'impostazione a struttura gerarchica, applicabile diffusamente alla gestualità volontaria abile sia nell'adulto che nel bambino e consistente nell'organizzazione di tre livelli diversi di definizione del processo motorio:

1. *Un piano superiore che effettua la progettazione del gesto in piena consapevolezza, utilizzando elementi attentivi, concettuali e mnestici (gnosie e memorie semantiche), emotivo-affettivi (memorie episodiche) e linguistici (fasie) per dominare la complessità della situazione fenomenica in cui si viene a trovare il soggetto. Tale piano sovrintende alla costruzione dell'intenzione, ovvero dello scopo dell'azione mediante il pensiero, quale linguaggio interno che sostiene il perseguimento dell'azione medesima. Questo piano realizza il suo compito con evidenti difficoltà per deficit intellettuale globale (Ritardo Mentale) o per problemi neurobiologici pervasivi (Disturbi Pervasivi dello Sviluppo come la Sindrome di Asperger), ovvero per problemi affettivi (nei Disturbi di Personalità e, in particolare, nel Disturbo Schizoide).*
2. *Un piano intermedio che definisce la programmazione dell'azione senza intervento di alcuna consapevolezza della medesima, ma in modo del tutto automatico e, soprattutto, seguendo vie modulari (cioè tendenzialmente autonome nell'elaborazione). Tale piano è deficitario nelle disfunzioni neuropsicologiche specifiche come le*

¹ *Prassia*: dal greco *praxis* = azione, atto, capacità di agire in modo intenzionale e coordinato, meglio riferibile pertanto a una sequenza di atti, capacità acquisita in interazione con l'ambiente. Sviluppata ai primi del '900 in biologia, psicologia e scienze motorie, dapprima la nozione di prassia si riferisce alla motricità. In J. Piaget è un sistema di movimenti coordinati in funzione di un risultato o di uno scopo. In seguito la prassia indica tutto l'agire umano in quanto movimento in un tempo e uno spazio, quindi include tutte le funzioni esecutive, dalle posture alle sequenze di movimenti, alle azioni della memoria, del linguaggio, del pensiero, ecc. Camerini e De Panfilis ne segnalano la convergenza con il fenomeno dell'*intenzionalità*, quale «piano» che, durante il trattamento delle informazioni, recluta determinate aree cerebrali per codificare la risposta o il comportamento da mettere in atto. Il concetto di prassia genera i correlati paradigmi di aprassia e disprassia. Cfr. P. Crispiani e C. Giaconi, *Hermes 2010. Glossario pedagogico professionale*, Bergamo, Junior, 2009.

² I precisi riferimenti concettuali a «deficit» e «disturbo», a «patologia primaria» e «secondaria», a «modularità» e ad altri concetti fondamentali della medicina vanno qui interpretati alla luce della Pedagogia clinica, cfr. Crispiani e Giaconi (2005-2009).

Disprattognosie (Aprassie e Disprassie dello sviluppo), sebbene (sempre per Camerini e De Panfilis) possa comparire, come *Disfunzione dei canali visuomotori*, anche in condizioni contraddistinte da ritardo mentale (come nella Sindrome di Williams).

3. *Un piano inferiore che attua la strategia individuata da quello intermedio*, per realizzare lo scopo definito da quello superiore, ma lo fa esprimendo differenti livelli inter e intra-individuali di consapevolezza e d'abilità. Si presenta deficitario nelle situazioni di goffaggine, sia quelle «pure» che quelle combinate con un Disturbo Specifico dello Sviluppo (risulta, perciò, frequente l'associazione con il Disturbo d'Apprendimento della letto-scrittura). La caratteristica generale, poi, di questo livello è di trovarsi in una situazione di doppio legame a causalità incrociata con i piani superiori, perché:

– da un lato, *col suo deficit può disorganizzare il tono di base* e la riafferentazione (il feedback senso-percettivo-motorio) che costituiscono i principali materiali per la determinazione della *Sintesi afferente*³ (Anochin, 1973). Ma proprio sulla sintesi afferente devono «lavorare» i due piani superiori per realizzare il loro compito: per determinare lo scopo del proprio agire, infatti, occorre prima «sentire» la propria posizione e i propri bisogni, onde poter determinare l'obiettivo da raggiungere, e poi si deve sce-

gliere nel proprio repertorio il percorso da realizzare per conseguirlo. Perciò si va così in definitiva a disorganizzare la progettazione;

– dall'altro, però, può essere determinato, come nella condizione di goffaggine, da *carenze nel trattamento dell'informazione a carico dei piani superiori*. Tali carenze possono, in tal modo, impedire o rendere difficoltosa soprattutto la realizzazione di gesti nuovi. Perché sono ancora in fase d'apprendimento e, dunque, si vanno strutturando e ricostruendo in gran parte «per accomodamento» di uno schema o di un programma motorio che avrebbe dovuto essere già stato fissato e automatizzato, ma che, invece, continua a presentare fluttuazioni proprio in quei suoi riferimenti fondamentali che lo caratterizzano come tale (teorie dello schema motorio di Adams e Schmidt, come rielaborate da Nicoletti, 1992, in modo sistemico⁴).

Il nostro interesse dal modello logico-psicologico di Jeannerod ci rimanda alle neuroscienze, nell'intento di trovare precisi riferimenti processuali ai tre livelli precedentemente esposti. E in realtà sussistono ormai numerosi materiali utilizzabili in questa direzione, a partire dalla nascita della Neuropsicologia⁵ con la *Teoria dei tre blocchi* di Lurija (1978), ora molto ridimensionata, ma pur sempre fondativa della storia dello sviluppo delle Neuroscienze. È infatti neces-

³ Con *Sintesi afferente*, Anochin intende quello stadio iniziale nello sviluppo dell'azione nel corso del quale il soggetto prende coscienza della sua condizione somatica (sia come bisogno-motivazione, che come posizione e disposizione del corpo) e di quella ambientale, potendo così orientarsi e predisporre a un'attività specifica tra le tante possibilità che gli si offrono. È espressione al sommo grado della capacità d'autoregolazione e d'integrazione tra sistemi funzionali diversi.

⁴ Lo *schema motorio* è la traccia mestico-percettiva che determina le modalità d'apprendimento dei movimenti non riflessi. Per approfondimenti cfr. Nicoletti, 1992.

⁵ Scienza che studia le funzioni cognitive nei loro rapporti con le strutture cerebrali. Prende il proprio linguaggio dalla psicologia, poiché la semiologia si valuta in termini comportamentali. Della neurologia conserva il costante riferimento alla lesione o alla disorganizzazione fisiologica che è responsabile dei disturbi, cfr. Crispiani e Giacconi, 2009.

sario considerare come tali ricerche assumano un significato particolare nel quadro delle diverse discipline che si occupano dell'agire umano poiché, rimanendo del tutto vincolate al dato oggettivo e sperimentale, possono a pieno titolo suffragare o meno gli assunti delle altre discipline. Queste, invece, pur operando su dati di fatto, mediante il medesimo processo interpretativo della comprensione se ne possono poi anche distaccare progressivamente, fino ad arrivare anche a enunciati del tutto infondati.

In questo senso la ricerca realizzata dalle neuroscienze è lenta nel far emergere risultati significativi, perché legata al livello di sviluppo delle modalità e delle strumentazioni disponibili per lo studio sperimentale del cervello e delle sue funzioni. Quando può raggiungere, tuttavia, una sufficiente teorizzazione tramite validi esperimenti, segna però il vero limite dell'orizzonte scientifico, del momento che diventa così il riferimento epistemologico pienamente accettato e accettabile. Anche se poi, necessariamente, tutti i paradigmi moralmente positivi e funzionalmente propositivi delle discipline operative, formative, riabilitative e terapeutiche sono accettabili nell'agire sociale, prescindendo dal riconoscimento scientifico dei loro fondamenti teorici, come la Psicoanalisi freudiana aveva già dimostrato al suo tempo (Lo Coco e Lo Verso, 2006), se rispettosi dei principi deontologici ed etici correnti, perché valutati sulla base delle evidenze empiriche.

Dal modello «logico globale» all'approccio neurologico nei processi modulari

È qui nostro intendimento accostarci soltanto ad alcuni dei principali processi modulari inconsci che caratterizzano il secondo piano del modello di Jeannerod nelle prassie

rivolte al leggere, scrivere e far di conto, perciò non si prenderanno in considerazione gli altri due piani. Del resto, per quanto riguarda il piano superiore che compie la progettazione dell'azione in piena consapevolezza, abbiamo già dato una prima configurazione neurologica della complessa integrazione funzionale che richiede. Tale integrazione, infatti, si va compiendo nello sviluppo della *coscienza estesa*, delle emozioni e delle memorie episodiche sulla base costituita dalla *coscienza nucleare* e dalle rappresentazioni dei bisogni della propria corporeità (Dellabianca, 2006), seguendo quell'approccio neo-umanistico che media la dimensione cognitiva con quella dello psichismo profondo della persona (Le Doux, 1998; 2002; Solms e Turnbull, 2004). Per il piano inferiore, invece, si rimanda alla ricca pubblicistica oggi presente nella letteratura specialistica che si sta realizzando in Italia per l'orientamento prevalentemente medico assunto in genere dalle diverse facoltà di Scienze motorie.

In primo luogo consideriamo perciò che le prassie impegnate nel leggere e nello scrivere (e nel far di conto, in quanto competenza comprensiva sia del leggere-scrivere che di altre abilità infralogiche come, ad esempio, l'immaginazione spaziale o la comprensione dei rapporti spaziali, ecc.) facciano parte in definitiva di quell'ampia categoria costituita dai movimenti intenzionali innescati da percezioni visive. Il soggetto è, infatti, nella nostra osservazione di ricerca, già disposto in posizione adatta per avviare la letto-scrittura con piena consapevolezza e secondo una precisa intenzionalità: a questo punto per avviare il processo s'innescano un *orientamento visivo* (che deve essere già stato appreso) e un *puntamento visivo* (che deve essere già stato coordinato), che sono rivolti a individuare l'inizio del testo da leggere o l'inizio del rigo dove scrivere.

Da questo momento in poi tutto il processo di letto-scrittura avviene secondo una succes-

sione di balzi, fissazioni e regressioni continui dello sguardo (Cornoldi et al., 1985; Crispiani e Giaconi, 2009), perciò si ripropongono continuamente anche questi due processi modulari dell'orientare e del puntare lo sguardo, il primo per ogni unità di comprensione semantico-concettuale e il secondo per ogni scatto saccadico.⁶ Ovviamente non sono la medesima cosa, ma atti molto diversi l'uno dall'altro: mentre il secondo, infatti, mi fa puntare entrambi gli occhi in modo combinato verso il punto di mira, permettendomi di fissarlo, il primo è capace di collocarmi nello spazio secondo un sistema di riferimento determinato da parametri oculo-visivi e, dunque, secondo uno dei due sistemi di riferimento spaziale che sono stati ampiamente discussi ancora di recente da Rizzolatti e Sinigaglia (2006).

Una prima modalità di coordinate spaziali, infatti, si attiva per localizzare le cose lontane (Rizzolatti e Sinigaglia si riferiscono allo *spazio extrapersonale*) e non presenta l'intervento di neuroni specchio; si origina dai campi oculari per il controllo dei movimenti degli occhi e, in conseguenza di ciò, tale modalità codifica lo spazio in rapporto alla posizione che l'oggetto assume rispetto alla retina medesima. In altre parole lo spazio proiettivo nasce dal punto d'origine della visione: all'incirca tra i due occhi.

Altra modalità si attiva invece per le cose vicine (Rizzolatti e Sinigaglia parlano di *spazio peripersonale*, intendendo quello spazio circostante al corpo che è raggiungibile dall'estremità degli arti superiori, anche

quando incorporano uno strumento, come una penna, una spazzola, un cacciavite, ecc.): questa dimensione è registrata su di un circuito d'aree cerebrali motorie e somestetiche che vedono la massiccia presenza di neuroni specchio, perché proprio tali neuroni sono responsabili di una codifica delle percezioni delle cose secondo una localizzazione strutturata dentro una rete di coordinate somatiche, vale a dire centrate sulle varie parti del corpo (capo, tronco e arti superiori).

In questo secondo sistema di localizzazione, perciò, non ha più influenza alcuna il movimento degli occhi che fissano la cosa da un punto di vista tendenzialmente considerabile unico, ma come si dispongono le varie parti del corpo in relazione alla cosa (da prendere, da manipolare, ecc.). In altre parole lo spazio si struttura su di una disposizione che risulta integrata nelle prospettive delle diverse parti del corpo e che è, perciò, continuamente variabile in conseguenza dell'andamento e della definizione dei vari movimenti delle stesse. Questa modalità di localizzazione ha un carattere pragmatico, dando dello spazio una rappresentazione attraverso un sistema di relazioni costruito sulle azioni che permette (qui Rizzolatti e Sinigaglia riprendono la *Fenomenologia della percezione* di Merleau-Ponty) di inscrivere intorno a noi la portata variabile delle nostre intenzioni o dei nostri gesti.

L'integrazione dei due sistemi e le problematiche che ne nascono per i DSA, ovviamente, rivestono un'importanza cruciale generale e particolare per l'apprendimento delle operazioni logico-matematiche e per lo sviluppo della competenza nello scrivere, ma staranno momentaneamente in disparte. Perché in questo momento siamo tutti presi dal tentativo di capire come avviene la combinazione tra la ricerca dell'orientamento, che localizza l'oggetto del visus e il puntamento, che porta lo sguardo degli occhi a fissare l'oggetto preso di mira.

⁶ *I movimenti saccadici* sono piccole escursioni coniugate degli occhi che avvengono in modo rapido quando spostiamo il nostro sguardo da una parola all'altra della riga che stiamo leggendo. Hanno il compito di riportare (con maggiore o minor precisione) sulla fovea (il punto di maggior discriminazione visiva) l'oggetto dello sguardo che, nello spostamento lungo la riga, era venuto a cadere su territori della retina esterni alla fovea medesima e perciò si era reso poco discriminabile.

Non due ma tre processi neurologici per apprendere a leggere

Entrambi i suddetti processi nascono dal diverso trattamento dell'informazione che si determina sul percorso cerebrale dei due nervi ottici. Questi, infatti, nascono dalla retina di ciascun occhio e si distribuiscono, dopo parziale incrocio di fibre nel chiasma, a due differenti strutture sottocorticali presenti bilateralmente: il collicolo superiore e il corpo genicolato laterale, rispettivamente del mesencefalo il primo e del talamo il secondo. L'elaborazione della sensibilità visiva a livello del collicolo finisce lì, vale a dire conclude con risposte motorie che partono dal tetto (sempre del mesencefalo), un circuito riflesso totalmente inconscio capace di determinare gli adattamenti pupillari alla luminosità per un verso e i movimenti oculari di puntamento per un altro.

L'elaborazione della sensibilità visiva a livello del corpo genicolato, invece, è la premessa per un più ampio e complesso intervento di scomposizione e ricomposizione percettiva che viene realizzato nel corso del trasferimento e della distribuzione di tale sensibilità alle aree visive della corteccia per la definizione di una percezione consapevole (Kandel et al., 1999), sebbene, come vedremo, secondo vari gradi di coscienza.

La *capacità di puntare entrambi gli occhi su di un singolo obiettivo*, dunque, è giocata da una funzione sottocorticale di cui non si ha alcuna coscienza, ma che svolge un compito di capitale importanza. Tra l'altro si deve ricordare che proprio questa funzione è responsabile del fenomeno della «visione cieca», in pratica è capace di localizzare, percependolo inconsciamente, un obiettivo (per effetto indotto dal movimento di puntamento degli occhi verso il medesimo) nelle situazioni in cui sia stata impedita l'elaborazione corticale cosciente, quando per asportazione, o incidente, o malattia la corteccia visiva non

può più funzionare (Làvadas e Berti, 1995).

Verosimilmente tale funzione si può collegare con la capacità di «visione panoramica» o con l'esplorazione del campo visivo e, parimenti, si può considerare che altrettanto verosimilmente si realizzi mediante una dominanza funzionale di un occhio sull'altro. Questa dominanza è destinata a produrre una necessaria convergenza binoculare per guida di un occhio sull'altro, controllata da un tale sistema sottocorticale riflesso⁷ e che chiameremo «dominanza sottocorticale».

Ma veniamo all'*orientamento* che permette, dopo il balzo anticipatorio sul rigo, di ritornare al segmento del medesimo rigo da cui la comprensione del testo aveva iniziato a disperdersi. Questo processo complesso si può realizzare sicuramente soltanto mediante il riconoscimento del senso di ciò che si legge, per inferenze del cotesto e del contesto, nella singola parola, nella frase e nel testo intero. Perché è per effetto di questo riconoscimento che si può determinare la segmentazione a balzi della scansione visiva del rigo non casualmente, ma causalmente. Si tratta, in altre parole, di un'operazione connessa con la «comprensione del significato» e che pertanto si sviluppa necessariamente nel trattamento corticale della percezione.

Vale a dire che si realizza quel trattamento percettivo, successivo alla proiezione nell'area visiva primaria che, proprio per le sue caratteristiche, è attuato nel corso di uno stato attenzionale del soggetto vicino alla consapevolezza: una *dimensione preattenzionale* che «passa rapidamente in rassegna gli oggetti esistenti e serve soltanto come rivelatore delle caratteristiche grossolane di un oggetto» (Kandel et al., 1999, p. 401).

⁷ «Riflesso» vuol dire che, all'appalesarsi dello stimolo confacente — e in questo caso si tratta del comparire nel campo visivo di una traccia che lo modifichi —, non può fare a meno di scatenarsi.

Tale è, infatti, dopo le prime fasi d'apprendimento, l'esecuzione del lettore anche non particolarmente abile.

Ai fini dell'orientamento, tuttavia, il riconoscimento di senso che si sviluppa sequenzialmente e segmentalmente in successive fasi preattenzionali, al fine di determinare la comprensione globale del testo (che si sviluppa, invece, in piena consapevolezza e secondo una ricostruzione reticolare di sistema non più necessariamente sequenziale), non può perciò fare a meno anche di un *sistema di localizzazione* che mi faccia ricollocare ciascun significato nella giusta sequenza del testo. Non a caso abbiamo parlato di *cotesto*. Ma allora l'orientamento nella letto-scrittura non è un atto singolo, ma consiste proprio nella realizzazione di due processi diversi e integrati: il *riconoscimento* (della parola singola o del sintagma che opera sull'asse paradigmatico) e il *riposizionamento* (dello sguardo). Entrambi questi processi insistono nello stato preattenzionale non cosciente, pur se finalizzati alla comprensione complessiva cosciente del testo che si sta leggendo o che si sta scrivendo.

E a questi due processi, infatti, corrispondono due diverse vie di trattamento neurologico della percezione visiva che partono dall'area primaria nel lobo occipitale:

- a) il *sistema dorsale*, che porta la percezione visiva all'area parietale posteriore (l'area terziaria della sensibilità corporea) e che realizza, dunque, il secondo sistema di coordinate cui fa riferimento Rizzolatti per una localizzazione spaziale riferita alla posizione e all'azione del corpo;
- b) il *sistema ventrale*, che porta la percezione visiva all'area temporale inferiore e definisce una visione con costanza percettiva, in pratica permette la comprensione delle diverse forme degli oggetti e dei segni, anche se negli spostamenti del soggetto o dell'oggetto cambia l'angolo visivo (Buser, 1999).

Come già rilevato, lo studio dei tempi neurologici di trattamento dell'informazione sensoriale (Libet, 2007) ci dice che entrambi i processi componenti dell'orientamento in corso di attivazione nella letto-scrittura sono inconsci, mentre ne possono divenire consci gli effetti esperienziali mentali, ma solo dopo la loro attuazione, se vi si porta sopra tutta l'attenzione di cui si è capaci con opera d'introspezione. Interessante, poi, è notare che il trattamento percettivo del riposizionamento, determinato a livello corticale per rispettare le segmentazioni cognitive del significato, deve seguire i sistemi di dominanza degli emisferi: in altre parole, insiste su di una *necessaria dominanza oculare corticale*, che può anche non coincidere con quella già individuata a livello sottocorticale. Questo scarto, è evidente, può essere causa di non trascurabili difficoltà nell'esplicazione dell'abilità di letto-scrittura.

Con riferimento al modello di analisi delle funzioni lettrorie e scrittorie dianzi richiamato, si pone centrale l'attenzione sulla convergenza di diversi processi modulari insistenti nell'atto complessivo, finale e sostanzialmente unitario come quello della letto-scrittura. Il rimando è alle neuroscienze e all'assunto che, per lo sviluppo delle percezioni complesse e delle operazioni mentali superiori, siano necessarie esperienze sensoriali e motorie le quali progressivamente, nel corso dell'evoluzione della persona, generano quelle sincronizzazioni con cooperazione e/o differenziazione delle diverse e varie (in parallelo e in sequenza) attività neuronali (Kandel et al., 1999) che segnano il reale conseguimento dei livelli di competenza più elevati.

Ogni deprivazione dell'attività sensoriale e motoria, infatti, altera le linee dello sviluppo individuale nella realizzazione strutturale dei circuiti nervosi. All'approccio organicista delle neuroscienze si congiungono del resto convergenze come l'approccio psicologico della *Embodied Cognition* (Borghi, 2005) e

pedagogico del *Sistema Coclite* (Crispiani e Giaconi, 2006).

Nell'ambito di tale orientamento, si profila il fondamentale rilievo della prevenzione dei DSA, principalmente mirata alle funzioni motorie e percettive nella loro dinamicità e nel movimento nello spazio e nel tempo.

Bibliografia

- Anochin P.K. (1973), *La cibernetica e l'attività integrativa del cervello*. In L. Mecacci (a cura di), *Neurofisiologia e Cibernetica*, Roma, Ubaldini.
- Borghesi A.M. (2005), *Object concepts and action*. In D. Pecher e R.A. Zwaan (a cura di), *Grounding Cognition: The role of perception and action in memory, language and thinking*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Borghesi A.M. e Iachini T. (a cura di) (2002), *Scienze della mente*, Bologna, il Mulino.
- Buser P. (1999), *Il cervello allo specchio*, Milano, Dynamie.
- Cambier J. et al. (2005), *Neurologia*, 10^a ed., Milano, Masson.
- Camerini G.B. e De Panfilis C. (2003), *Psicomotricità dello sviluppo*, Roma, Carocci Faber.
- Cornoldi C. et al. (1985), *La prevenzione e il trattamento delle difficoltà di lettura e scrittura*, Firenze, Organizzazioni Speciali.
- Crispiani P. e Giaconi C. (2005-2009), *Dislessia-Disgrafia. Azioni*, Bergamo, Junior.
- Crispiani P. e Giaconi C. (2009), *Hermes 2010. Glossario pedagogico professionale*, Bergamo, Junior.
- Dellabiancia M.P. (2006), *Nuove prospettive per la pedagogia del corpo e del movimento dai contributi delle neuroscienze cognitive*, <http://www.dellabiancia.it/educazionefisica.htm>.
- Dellabiancia M.P. (2007), *Corpo e movimento. Contributi delle Neuroscienze alla pedagogia del corpo*, «Erreesse», anno IX, n. 67.
- Di Maria F. e Giannone F. (1998), *Epistemologia e scientificità del qualitativo*. In M. Ceruti e G. Lo Verso (a cura di), *Epistemologia e Psicoterapia*, Milano, Raffaello Cortina.
- Kandel E.R. et al. (1999), *Fondamenti delle Neuroscienze e del comportamento*, Milano, Ambrosiana.
- Jeannerod M. (1990), *Un modello gerarchico delle azioni volontarie dirette a uno scopo*, «Sistemi intelligenti», vol. 2, n. 1, pp. 7-24.
- Làvadas E. e Berti A. (1995), *Neuropsicologia*, Bologna, il Mulino.
- Le Doux J. (1998), *Il cervello emotivo*, Milano, Baldini e Castoldi.
- Le Doux J. (2002), *Il Sé sinaptico*, Milano, Raffaello Cortina.
- Libet B. (2007), *Mind Time. Il fattore temporale nella coscienza*, Milano, Raffaello Cortina.
- Lo Coco G. e Lo Verso G. (2006), *La cura relazionale*, Milano, Raffaello Cortina.
- Lombardo G.P. (1998), *Epistemologia e storia in Psicoterapia*. In M. Ceruti e G. Lo Verso (a cura di), *Epistemologia e Psicoterapia*, Milano, Raffaello Cortina.
- Lurija A.R. (1978), *L'organizzazione funzionale cerebrale*. In A. Majorana (a cura di), *Il cervello. Organizzazione e funzioni*, Milano, Le Scienze.
- Merleau-Ponty M. (1965), *Fenomenologia della percezione*, Milano, Il Saggiatore.
- Nicoletti R. (1992), *Il controllo motorio*, Bologna, il Mulino.
- Rizzolatti G. e Sinigaglia C. (2006), *So quel che fai*, Milano, Raffaello Cortina.
- Solms M. e Turnbull O. (2004), *Il cervello e il mondo interno*, Milano, Raffaello Cortina.

Summary

In the article the authors dwell, in particular, on a number of neuro-motor aspects of the brain's functions required when reading, although pursuing the perspective already proposed some time ago by P. Crispiani concerning the nature of dyslexia-dysgraphia-dyscalculia as a tendentially integrated, qualitative and partially pervasive Disorder (sequential Dyspraxia). Three different perceptive-motor processes are described in this sense and their necessary integration in the function's overall unit organisation, starting from the overall movement outlined by Jeannerod, where three different operating plans are defined. The three perceptive-motor processes described in this way form part of the intermediate plan, the one that is performed entirely automatically, and above all, by following modular routes (namely, tendentially processed autonomously), which gives rise to the treatment solution adopted in the SAF (Succession, Automatism and Fluidity) Triangle and by the CoCliTe System, entirely in the Embodied Cognition perspective.