



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di laurea in Scienze Motorie

Elaborato finale

Disprassia e difficoltà di apprendimento: intervento sulle abilità motorie per facilitare lo

sviluppo dei processi cognitivi

Dyspraxia and learning difficulties

Relatore

Prof. Umberto Castiello

Laureando: Trevisani Fabio

Matricola 1168990

Anno accademico 2019/2020

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. Complicanze nello Sviluppo motorio del bambino Disprassico.....	7
Sviluppo Motorio.....	7
Sviluppo e alterazioni del sistema coordinativo nella Disprassia.....	10
Ruolo del sistema Mirror nello sviluppo motorio.....	14
Imitazione nella Disprassia.....	16
Motor Imagery: Rappresentazione e schema corporeo	17
3. Disordine Motorio e Cognitivo: Sviluppo motorio e difficoltà di apprendimento	21
Lateralizzazione e apprendimento della letto-scrittura.....	23
Anomalie oculo-motorie e Disturbi Specifici di Apprendimento.....	26
Requisiti motori della grafia	28
Disprassia e Dislessia	30
Relazione tra Funzioni esecutive e sviluppo motorio.....	32
Disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria e complicanze psicopatologiche.....	33
4. Interventi motori abilitativi.....	35
Educazione motoria e acquisizione di nuove competenze	35
Corporeità e difficoltà di apprendimento.....	36
Progetti scolastici e interventi individualizzati di Motricità Finalizzata	41
5. Conclusione	46
6. BIBLIOGRAFIA	48

1. INTRODUZIONE

La comprensione della relazione tra disturbo motorio e cognizione è uno strumento fondamentale per analizzare i processi di sviluppo e intervenire positivamente sull'apprendimento anche in soggetti dove il disturbo motorio non è elevato ma rende difficoltosa l'acquisizione di abilità fondamentali per l'apprendimento in ambito scolastico, come la scrittura e la lettura. Condizioni di disabilità come la Disprassia possono definire una relazione chiara tra sviluppo motorio e cognitivo e l'influenza che hanno i processi motori sulle competenze intellettive e sull'educazione.

La disprassia è definita dall'ICD-10 come disturbo specifico del controllo motorio, classificata nel DSM-IV all'interno dei DCD, ovvero come disturbo evolutivo della coordinazione motoria.

Esso prevede un quadro caratterizzato da difficoltà di coordinazione indipendenti da deficit neuro-sensoriali e neuro-motori, ritardo nello sviluppo motorio, goffaggine nei movimenti e ritardo dello sviluppo del linguaggio, nell'organizzazione del gioco e del disegno (deficit di tipo costruttivo), difficoltà scolastiche e problemi socio-emotivo-comportamentali.

Inizialmente questo disturbo dello sviluppo veniva identificato nella "goffaggine" del movimento (Orton, 1937). Gli studi di Gubbay (1985) approfondiscono lo studio dei casi di 24 bambini "goffi" e osserva che oltre ad essere maldestri manifestano alcune carenze come disturbi del linguaggio, incapacità di scrittura e disegno. Il QI globale era normale ma vi era una netta differenza tra QI verbale e di performance, con il verbale che risultava migliore (buone capacità verbali ma difficoltà nell'azione con un fine).

Denckla (1984) sottolinea che il deficit motorio definito "goffaggine", evidente nei primi anni di vita, può avere notevole valore predittivo circa la comparsa di disturbi di apprendimento in età scolare.

Quanto riportato sotto sono le caratteristiche tipiche del deficit individuate nei diversi studi scientifici come sintetizzate da Sabbadini (2008):

- difficoltà nella coordinazione motoria generale, nel correre, camminare con scioltezza, andare in bicicletta;

- difficoltà nella coordinazione motoria fine e delle capacità costruttive e grafomotorie;
- difficoltà nell'acquisizione di abilità riferite alla vita quotidiana;
- difficoltà nella stabilizzazione della dominanza manuale;
- difficoltà nello schema motorio;
- disorientamento temporo-spaziale
- QI performance più basso del QI verbale
- deficit in ambito neuropsicologico ovvero nei processi di controllo, nelle funzioni mnestiche, attentive e rappresentative;
- difficoltà sul piano emotivo-comportamentale

Ciò che accomuna la maggior parte degli autori può essere sintetizzato in due punti principali:

1. La disprassia non rappresenta un disturbo del movimento ma un disturbo dell'azione. La persona non è in grado di mettere in relazione lo schema di movimento sperimentato e appreso con l'intenzione finalizzata ad uno scopo.
2. Si parla di disprassia quando non sono presenti altre patologie di tipo neurologico, cognitivo o relazionale che in tali soggetti causano difficoltà di apprendimento motorio.

Il primo punto descrive quindi il deficit non legato a funzioni motorie primarie geneticamente programmate ma all'utilizzo di queste funzioni integrato e finalizzato.

Da questa prospettiva è possibile definire un intervento educativo basato sull'apprendimento delle funzioni motorie (Lateralizzazione, Equilibrio, Tonicità Muscolare, Coordinazione Oculo-Manuale, Coordinazione globale, Orientamento Temporale, Orientamento Spaziale) che richiedono un'associazione neurale complessa, indispensabili per lo sviluppo dei processi cognitivi (Lodi et al., 2014).

Eseguendo un programma di esercizi sulle funzioni coordinative e neuro-percettive sopra indicate può essere migliorato l'accesso alle abilità scolastiche (grafiche, matematiche, mnemoniche) per tutti quei processi cognitivi che richiedono la padronanza delle capacità psico-motorie, aumentando

in questo modo il senso di auto-efficacia, l'elaborazione degli input senso-percettivi, le capacità attentive e di auto-controllo.

Nei capitoli successivi verranno descritte le componenti disfunzionali motorie nel bambino con disprassia e le relazioni tra sviluppo motorio e cognitivo, prendendo principalmente come riferimento gli studi svolti da Sabbadini (2005, 2008), Valentini (2016), Crispiani (2016) e Tortella (2014, 2016, 2018) per la relazione tra motricità e sviluppo cognitivo delle funzioni esecutive e dell'autoefficacia, integrati con studi sperimentali ricercati attraverso le piattaforme Google Scholar e Pub Med per l'analisi delle componenti motorie essenziali per le competenze richieste in ambito scolastico, come la lettura e la scrittura, le quali richiedono un'elaborazione sequenziale neuro-motoria complessa e i pre-requisiti motori di lateralizzazione, coordinazione oculo-manuale, strettamente correlati all'organizzazione spazio-temporale del movimento e alla percezione delle informazioni sia esterne che cinestesiche.

Verranno infine proposti degli interventi abilitativi quasi-sperimentali tenendo in considerazione, come affermato nel Concensus Conference sui Disturbi specifici di apprendimento, che non sono presenti sufficienti dati statistici in letteratura riguardo l'effetto dell'attività motoria sui miglioramenti dell'apprendimento scolastico a lungo termine nei soggetti con Disturbo specifico di apprendimento.

Saranno proposti protocolli di studi pilota con riferimento agli studi di Lodi et al. (2014). Questi studi hanno come obiettivo l'intervento educativo-motorio sulle diverse componenti del movimento, in particolare sulle funzioni relative alla lateralizzazione, orientamento spazio-temporale, rappresentazione motoria, scrittura e verbalizzazione delle esperienze vissute, coordinazione oculo-manuale, sviluppo relazionale e delle funzioni esecutive attraverso il gioco. Verrà approfondito nello specifico lo studio di Lodi et al., (2014), attraverso un'analisi complessiva dell'intervento educativo, partendo dalla valutazione delle capacità e abilità motorie e scolastiche dei partecipanti al progetto, la spiegazione delle attività motorie proposte in presenza e a casa con la collaborazione della famiglia e le considerazioni finali dello studio, analizzando la frequenza

partecipativa e i risultati dei test motori e di apprendimento per identificare il livello di abilità prima e dopo il periodo di allenamento.

2. Complicanze nello Sviluppo motorio del bambino Disprassico

Sviluppo Motorio

Il comportamento motorio è una conquista evolutiva, basata secondo il modello cognitivista sul passaggio dalla selezione ed elaborazione delle informazioni ambientali alla programmazione di schemi. È il prodotto netto dell'interazione continua di più reti in cui vari percorsi neurali possono mediare un'azione motoria. Nello studio di Hadders-Algra (2018) lo sviluppo motorio viene descritto sulla base della teoria NGST, The Neuronal Group Selection Theory, (Hadders-Algra, 2000, 2001), che vede come punto di partenza dello sviluppo la variazione e adattamento neuronale. Lo sviluppo inizia con una fase di variabilità primaria, durante la quale l'attività spontanea del sistema nervoso prova tutte le opzioni funzionali a disposizione. In questa fase l'esplorazione comporta una grande variazione del comportamento motorio. L'ampia attività spontanea prepara il sistema nervoso all'uso integrato delle informazioni percettive per l'adattamento motorio successivo, contribuendo alla formazione strutturale della corteccia somatosensoriale. Successivamente si ha la fase secondaria adattiva, con un processo di selezione basato su esperienze e prove ad errore. L'esperienza sensomotoria risulta quindi fondamentale per lo sviluppo. Il cervelletto svolge un ruolo chiave nella selezione di specifici parametri temporali e quantitativi nella selezione dell'output motorio e nell'adattamento e grado di contrazione muscolare in base alla situazione (Taylor e Ivry, 2014). Nel soggetto prassico la coordinazione di processi complessi e articolati risulta semplice e immediata. Lo sviluppo di capacità e abilità segue processi adattivi e permette all'individuo la creazione di rappresentazioni motorie utilizzabili in relazione a condizioni ambientali, necessità. Per la realizzazione di un'azione specifica vengono integrati parametri complessi in stretta relazione l'uno con l'altro. L'analisi visiva definisce l'organizzazione spazio-temporale, con l'informazione visiva che attiva l'area AIP-solco intraparietale anteriore, collegata funzionalmente con le aree

premotorie e le aree motorie primarie per l'esecuzione e scelta del programma motorio adeguato. A questa si aggiunge la continua supervisione delle aree prefrontali per le funzioni esecutive di controllo, intenzioni comunicative (Sartori et al., 2011). La scelta dello schema motorio adeguato attiva l'area premotoria, motoria supplementare e motoria con la coordinazione dei Gangli della base, struttura sottocorticale con funzione di regolazione dell'output motorio e risposta all'errore, importante nel mantenimento di movimenti finalizzati e inibizione di quelli indesiderati. I gangli della base interagiscono con il cervelletto, organizzando il movimento sulla base di informazioni posturali e di equilibrio.

L'azione grazie all'esperienza diventa più accurata e il bambino struttura dei programmi motori con informazioni percettive, emotive, situazionali, cognitive che stabiliscono una classe di movimenti collegati.

Questi programmi motori vengono utilizzati per movimenti specifici e non dipendono dall'effettore utilizzato. Questo meccanismo è stato spiegato attraverso un esperimento di Raibert (1977) dove i soggetti dovevano scrivere "Able was I ere I saw Elba" con: mano dominante; braccio dominante; gomito immobilizzato; mano non dominante; testa con penna tra i denti; gamba con penna fissata al piede. La grafia con la mano dominante era di un tipo e con tutti gli altri effettori risultava simile e meno precisa del primo. Il programma motorio e la rappresentazione generalizzata sono gli stessi, ciò che cambia è il livello di esperienza.

In un altro esperimento un soggetto con braccio mioelettrico in precedenza destrimane e in seguito ad amputazione della mano obbligato a scrivere con la mano non dominante doveva scrivere con: mano dominante; mano non dominante; bimanuale; con gomito, il soggetto di controllo, sano, doveva fare lo stesso. Nel soggetto con braccio mioelettrico non si riscontrano differenze tra le diverse condizioni, il soggetto di controllo aveva grafie molto diverse.

Questo esempio dimostra chiaramente l'indipendenza dall'effettore e il ruolo dell'esperienza e del livello di pratica (Castiello e Stelmach, 1993).

Lo sviluppo motorio può quindi essere visto come un processo evolutivo, esperienziale e adattivo che crea dei programmi motori immagazzinati nella corteccia cerebrale e condizionati da una rete complessa di informazioni.

EZIOLOGIA

Nella Disprassia non è chiara l'eziologia ma si osserva la difficoltà nel compiere atti motori volontari, coordinati e finalizzati a uno scopo. Il problema non è il movimento in sé, come in patologie invalidanti dal punto di vista anatomico e fisiologico ma l'organizzazione del movimento, la messa in atto del programma motorio e la coordinazione per eseguire movimenti fini. Pur non essendoci disturbi specifici a livello cognitivo e intellettuale l'incapacità di azione finalizzata e tutte le mancanze tipiche della disprassia hanno effetti sull'apprendimento, sul percorso scolastico, sulle capacità di comunicazione e relazione.

Il concetto di prassi che significa "fare" in greco antico, l'Oxford English Dictionary definisce tale parola come pratica di un'attività, sia mentale che fisica. L'aprassia indica la compromissione delle capacità coordinative complesse nonostante i singoli movimenti possono essere eseguiti, la disprassia invece ne descrive una forma più lieve. L'incapacità di coordinare il movimento non si riferisce solo agli arti ma comprende occhi, viso, bocca. La disfunzione può essere cinetica per i movimenti fini, costruttiva per il disegno, scrittura, ideomotoria per movimenti su richiesta specifica.

Condizioni umane tipiche, insistenti sulle funzioni esecutive e sugli automatismi, come l'autismo, i disordini esecutivi, i disordini verbali, la dislessia, la disgrafia e la discalculia, e per molti aspetti, l'ADHD e la sindrome X-Fragile, mostrano simili espressioni comportamentali in senso disprassico e, spesso, della dislateralità. Analisi comportamentali e comparative ci fanno ricondurre tali disturbi alla comune matrice disprassica (Crispiani, 2016).

Sviluppo e alterazioni del sistema coordinativo nella Disprassia

La coordinazione può essere divisa in due modalità complementari, automatica e volontaria (Le Boulch, 1971). La componente automatica rappresenta gestualità spontanee finalizzate al raggiungimento di uno scopo. Da questi movimenti si creano schemi motori che si consolidano in seguito a ripetizioni ed entrano nel bagaglio individuale della persona.

La coordinazione volontaria è consapevole, le informazioni propriocettive e cinestetiche permettono la presa di coscienza dei feedback sensoriali per il controllo del movimento. È un passaggio fondamentale per la trasferibilità degli apprendimenti motori, per formare e rielaborare pattern di movimento in base alla situazione e necessità.

Le capacità coordinative sono determinate da processi di controllo, regolazione dei movimenti, integrazione di sistemi esteroceettivi e propriocettivi e sono suddivise in generali e speciali:

Capacità coordinative generali:

- Apprendimento motorio, la quale consente di apprendere e assimilare nuovi movimenti attraverso l'esperienza e la ripetizione dell'atto motorio.
- Controllo motorio, capacità che permette all'individuo di regolare i parametri spazio-temporali, ritmici, integrare informazioni propriocettive ed esteroceettive per l'esecuzione di un'azione specifica.
- Adattamento e trasformazione, capacità che permette di raggiungere uno scopo adattando e modificando l'azione in base al contesto e simultaneamente all'esecuzione. È strettamente correlata con le capacità di equilibrio, ritmizzazione, trasformazione e reazione.

Capacità coordinative speciali:

- Equilibrio, capacità di mantenere in stato di equilibrio tutto il corpo, mantenere tale stato e recuperarlo durante e dopo spostamenti;

- Orientamento spaziale e temporale, spaziale con il coinvolgimento dei meccanismi di trasduzione dei recettori sensoriali vestibolo-cocleari, uditivi, visivi, propriocettivi muscolo-tendinei, temporale con la determinazione dei movimenti del corpo nel tempo;
- Differenziazione, capacità di raggiungere una sintonia molto precisa tra singole fasi del movimento e spostamento del corpo, che si esprime in un'elevata precisione ed economia dei movimenti;
- Ritmizzazione, comprensione di un ritmo esterno, interiorizzazione e riproduzione motoria;
- Reazione, capacità di eseguire rapidamente dopo un segnale azioni motorie nel modo più adeguato e funzionale e nel minor tempo possibile. La reazione può essere semplice in caso di azioni conosciute, appartenenti al repertorio di movimento o complessa se non appartenente al repertorio motorio della persona;
- Trasformazione, adattare un programma motorio in funzione della situazione, variazioni previste o percepite e compito richiesto;
- Coordinazione segmentaria, abbinamento dei segmenti del corpo in riferimento al movimento globale per una corretta azione motoria.

Queste capacità vengono sviluppate primariamente in modo grossolano (fase della coordinazione grezza), non sono presenti gli automatismi necessari a rendere l'azione fluida e funzionale. Il controllo dei movimenti avviene tramite informazioni esterne, visive e verbali. Le percezioni cinestesiche non sono ancora pienamente integrate nei meccanismi di controllo. Successivamente, grazie alla ripetizione e esperienza si passa alla fase di coordinazione fine, con i movimenti appartenenti a pattern motori appresi controllati automaticamente. In questa fase aumenta l'efficienza neuro-motoria e il movimento risulta più fluido ed efficace. Nella terza fase, consolidamento della coordinazione fine e sviluppo della disponibilità variabile il movimento è più funzionale ed il pattern motorio appreso può essere adattato alle condizioni e esigenze della situazione.

Per la coordinazione sono fondamentali lo sviluppo degli analizzatori sensoriali, in particolare il sistema vestibolare e uditivo.

Il sistema vestibolare è un sistema propriocettivo che informa circa posizione e movimento del capo, aiuta la coordinazione oculo-manuale e mantiene la postura corporea con aggiustamenti continui. Funziona tramite recettori posti nell'orecchio interno in prossimità della coclea per la rilevazione di forze meccaniche che vengono poi trasdotte in energia elettrica per i neuroni.

Il sistema uditivo permette la localizzazione del suono e la posizione del corpo nello spazio grazie alla localizzazione del suono orizzontale da destra a sinistra, frontale e verticale grazie alle sporgenze anatomiche delle orecchie, come le pinne del padiglione auricolare che permettono la localizzazione se i sistemi orizzontali e frontali non funzionano correttamente.

Il bambino con disprassia utilizza movimenti stereotipati, con poche possibilità di azione. La difficoltà di esecuzione è alterata nei parametri spazio-temporali e non vi è corretta inibizione motoria, aspetto che rende l'azione spesso rapida e inefficace.

La sindrome Disprassica comporta una sovrapposizione di forme disprassiche (Sabbadini et al., 1993). La disprassia verbale è associata a quella orale, disprassia di sguardo al cammino, scrittura e disegno, vestirsi e spogliarsi, disprassia costruttiva al disegno e scrittura.

Nello studio effettuato da Sabbadini (1995) i bambini disgrafici presentavano altri tipi di disprassia, soprattutto relativi allo sguardo, con ripercussioni relative alla componente visuo-percettiva, capacità di esplorazione, organizzazione spaziale e coordinazione oculo-manuale, visuo-motoria, visuo-cinestetica, tutti processi che implicano la padronanza dello sguardo.

Il cervelletto svolge un ruolo fondamentale per l'integrazione delle informazioni sensoriali e propriocettive e controllo per la sincronizzazione, inibizione dei movimenti.

La criticità delle funzioni motorie di sincronizzazione dettagliata di contrazioni muscolari appartengono al cervelletto. Lesioni cerebellari dimostrano indirettamente il coinvolgimento del cervelletto in questo aspetto del controllo motorio.

Una serie di studi rivelano nei soggetti con Disturbo Specifico di Apprendimento (DSA) l'assottigliamento della corteccia cerebellare e assottigliamento dello spessore del corpo calloso che consente il transito alle fibre per la comunicazione tra i 2 emisferi. Ulteriore variazione fisiologica riportata da questi autori è la diradazione delle magnocellule cerebrali responsabile di un rallentamento della risposta coordinativa di tipo visuo-motorio (Crispiani, 2011).

Studi di neuroimaging evidenziano una diversa attivazione neurale nel caso di compiti motori semplici (aprire e chiudere la mano), dove non si attiva la corteccia motoria supplementare, oppure compiti motori complessi dove si attivano tutte le tre aree della corteccia cerebrale per il controllo motorio: corteccia motoria primaria, corteccia premotoria e area motoria supplementare (Sabbadini, 2005).

La teoria cerebellare proposta da Fawcett (2011) individua la causa della dislessia nella disfunzione del cervelletto e la conseguente inefficacia dei processi procedurali, sequenziali, con effetti in disturbi delle capacità motorie (motor skills) automatiche e nella trasmissione alle aree motorie della corteccia, compresa l'area di Broca. Tale condizione disturba il linguaggio in quanto coinvolge il tempo e la fluency, gli automatismi e la processazione di informazioni veloci.

I disturbi cerebellari sono all'origine di disfunzioni apparentemente eterogenee correlate a discrepanze tra le azioni ed il tempo di loro esecuzione.

Riscontri della teoria cerebellare sui deficit tipici della Dislessia:

- difficoltà in compiti motori (velocità, fluency, apprendimento di nuove abilità);
- carenze di automatizzazione e deficit di intra ed interemisferica;
- deficit di percezione cross-modale con difficoltà a traslare da una percezione all'altra;
- problemi di comprensione del testo scritto;
- disturbo del calcolo, il quale prevede veloci richiami delle procedure di difficile attuazione;
- difficoltà negli apprendimenti motori complessi e poco adattamento al ritmo, quindi alla sinestesia (Spezzi, 2014).

La funzione cerebellare è di difficile valutazione ma attraverso l'analisi oculo-motoria con compiti di movimento saccadici si possono rilevare disfunzioni frontali e cerebellari. Nello studio svolto da Gaymard (2017) sono state rilevate variazioni di velocità e accuratezza della saccade corrispondenti ad alterazioni cerebellari e non relative ad un ridotto stato di allerta.

Come definito da Oliverio (2001) il corpo può essere visto come un dispositivo cognitivo da cui inizia l'attività mentale e a cui ritorna traducendosi in azione. Il corpo è dunque un sistema costituito da un insieme di elementi e non dal risultato della somma degli stessi. Lo sviluppo di capacità cognitive è collegato allo sviluppo motorio, fisico-cerebrale, relazionale. Ogni capacità implica aspetti dell'insieme e ogni componente dello sviluppo è integrata nello sviluppo complessivo, non è quindi possibile prevedere il comportamento globale in funzione di un singolo elemento del sistema.

Ruolo del sistema Mirror nello sviluppo motorio

Il circuito funzionale del sistema Mirror è formato da: corteccia premotoria ventrale (PMv) e dorsale (PMd), Lobo inferiore parietale (IPL), Solco temporale superiore (STS). Nel lobo parietale inferiore sono presenti connessioni con aree specifiche della corteccia premotoria. Le connessioni tra lobo frontale e parietale sono bidirezionali, questo significa che l'attività dei neuroni della corteccia motoria influenzano l'area percettiva propria del lobo parietale.

I neuroni specchio si attivano quando si osservano movimenti esterni e vengono percepiti come se li stesse eseguendo chi li osserva. Oltre all'informazione visiva il movimento è condizionato da stimoli sensoriali visivi, acustici, olfattivi, associabili ad azioni motorie (Castiello et al., 2006, 2010). Questo significa che non teniamo solo conto delle informazioni visive per pianificare un'azione ma intervengono altri fattori. L'elaborazione delle informazioni sensoriali, uditive, olfattive è implicita, non prevede processi semantici ma influenza significativamente l'azione.

Sono inoltre condizionati dall'intenzione comunicativa dell'azione osservata. Attraverso ricerche su compiti di raggiungimento-prensione e l'effetto del contesto sociale si è dimostrato che esistono pattern motori specifici per azioni di carattere individuale o sociale e il movimento cambia in funzione del contesto e dell'intenzione (Sartori et al., 2011).

L'attivazione del sistema mirror è implicata in molte funzioni di carattere motorio e sociale, attiva le aree motorie corticali, incrementa la velocità dell'azione motoria finalizzata ed interviene nell'apprendimento delle sequenze motorie e linguistiche, stimolando l'area di Broca.

Il sistema mirror svolge un ruolo importante nell'apprendimento dei bambini tramite l'osservazione di altre persone, come affermano gli studi di Rizzolatti (2005) comprendiamo le azioni e intenzioni creando una rappresentazione motoria dalle informazioni visive e uditive dell'azione osservata.

L'azione delle altre persone è quindi rappresentata e compresa sulla base delle nostre stesse azioni.

Studi con TMS hanno provato che le aree motorie coinvolte durante la produzione del linguaggio vengono attivate anche durante l'ascolto (Buccino et al., 2005), suggerendo un possibile coinvolgimento del sistema mirror nella comprensione del linguaggio (Oberman e Ramachandran, 2007).

“Se in passato l'Infant Research aveva evidenziato la straordinaria coordinazione degli scambi faccia a faccia fra il bambino e l'adulto, grazie alla capacità del bambino di trasferire trasmodalmente (cioè in piattaforma rappresentazionale unica) informazioni visive, uditive, tattili e cinestesiche, ora grazie alle recenti scoperte e ricerche sui neuroni specchio si hanno ulteriori conferme dell'esistenza di questa capacità trasmodale, per il semplice fatto che i neuroni specchio si attivano quando un soggetto osserva un altro individuo che compie un'azione producendo nell'osservatore un pattern di attivazione identico a quello che egli stesso avrebbe avuto se avesse compiuto lui l'azione, e questo consente di partecipare direttamente alle azioni degli altri senza doverli imitare in senso stretto. Facciamo esperienza dell'altro come se stessimo eseguendo la sua stessa azione, provando la stessa emozione [...] attraverso questa partecipazione alla vita mentale

dell'altro possiamo comprenderlo e sentirlo in noi stessi, in particolare riguardo alle sue intenzioni e ai suoi sentimenti” (Stern, 2004)

Evidenze comportamentali, neuro-anatomiche mostrano alterazioni del sistema di osservazione dell'azione nei soggetti autistici, ad esempio i bambini con autismo non sono in grado di utilizzare informazioni provenienti dall'azione o dallo sguardo di un altro soggetto e non riesce a cogliere il significato dell'azione (Iacoboni e Dapretto, 2006). Si hanno evidenze comportamentali riguardanti queste anomalie grazie a studi di priming visuo-motorio. In un compito di prensione in seguito ad osservazione dell'azione i soggetti di controllo raggiungevano l'oggetto più facilmente se prima avevano osservato l'azione di raggiungimento-prensione mentre nei soggetti autistici l'azione non era facilitata dalla precedente osservazione (Pierno et al. 2005).

Evidenze neuro-anatomiche nel quadro clinico associato ad Autismo dimostrano la presenza di aree cerebrali più ridotte relative al sistema di osservazione dell'azione, soprattutto in STS mentre IGF e IPL sono più preservate (Hadjikhani et al., 2006).

Imitazione nella Disprassia

L'imitazione motoria svolge un ruolo essenziale nello sviluppo dei bambini. Il sistema di osservazione dell'azione (sistema Mirror) influisce positivamente sull'apprendimento, i bambini imitano ciò che osservano e apprendono nuove abilità motorie, comportamenti sociali.

Uno studio svolto da Ruttanathantog (2013) mostra le differenze tra bambini in via di sviluppo tipico e bambini con disprassia riguardo l'imitazione motoria. Vengono osservati 55 bambini con sviluppo tipico e 59 bambini disprassici, valutati con il sottotest Motor Imitation, diviso in due sezioni: imitazione posturale e imitazione delle istruzioni verbali. I risultati mostrano una differenza significativa nelle capacità imitative tra il gruppo in sviluppo tipico e disprassico, vi erano però aspetti in comune riguardanti il miglioramento delle capacità imitative con l'età ed un punteggio più alto nella sezione del test Motor Imitation per l'imitazione posturale.

Le abilità imitative utili all'apprendimento risultano compromesse anche nei bambini dislessici. Lo studio svolto da Menghini e colleghi (2011) dimostra questa compromissione, analizzando le prestazioni di trenta bambini dislessici che dovevano apprendere una sequenza visuo-motoria mediante osservazione e prova ed errore. Il gruppo sperimentale è stato confrontato con un gruppo di controllo di pari età e in sviluppo tipico.

Nello specifico i bambini dovevano eseguire i seguenti compiti: osservare un attore che eseguiva una sequenza e dovevano riprodurla (Learning by Observation); provare una sequenza per tentativi ed errori (Learning by Doing); eseguire la sequenza per prove ed errori e successivamente provarla dopo aver osservato l'attore (Learning by Observation after Doing).

Dai risultati è emerso che i bambini con dislessia apprendevano per osservazione con molta più difficoltà rispetto al gruppo di controllo. Nella condizione di Learning by Doing erano più abili ma non allo stesso dei bambini in sviluppo tipico, mentre nella variante Learning by Observation after Doing hanno ottenuto gli stessi risultati del gruppo di controllo.

Questo dimostra che i bambini dislessici hanno difficoltà nell'apprendimento per imitazione ma con l'esperienza e la pratica sono in grado di apprendere l'azione osservata e acquisire nuove abilità cognitive (Menghini, 2011).

Motor Imagery: Rappresentazione e schema corporeo

Riguardo gli stadi dello sviluppo infantile e l'acquisizione delle capacità rappresentative diversi autori hanno elaborato una sequenza di stadi attraverso cui il bambino diventa pienamente padrone del proprio corpo.

Ajuriaguerra (1973) afferma che il corpo nei primi 3 anni è "vissuto" e il bambino vive una fase di scoperta; nel secondo stadio di corpo "percepito" si ha la presa di coscienza della propria corporeità; nella terza fase di corpo "rappresentato" si acquisisce il controllo del movimento.

Per poter utilizzare il proprio corpo in modo funzionale e regolare le tensioni muscolari, emotive, di elaborazione cerebrale, input percettivi e output motori è necessaria una buona conoscenza e consapevolezza di se stessi, nel senso di regolazione e autocontrollo dei propri stati interni e capacità di coordinare il movimento con intenzionalità, per lo sviluppo integrato dell'embodied cognition (Sabbadini, 2008).

Secondo il modello interattivo-cognitivista la rappresentazione del proprio io e della realtà esterna avvengono grazie a processi neurali che creano delle immagini mentali relative al proprio corpo e all'ambiente. Interagiscono costruttivamente la percezione e ciò che il cervello ha elaborato soggettivamente. Per questo motivo è fondamentale considerare la presenza di un disturbo, deficit, non solo in termini percettivi o motori ma riconoscendo le relazioni esistenti tra realtà, rappresentazione del proprio corpo e del mondo interno.

Lo studio svolto da Gabbard (2011) cerca di individuare una relazione tra l'incapacità di rappresentazione mentale dell'azione e il deficit percettivo nei bambini con disprassia. Questa ipotesi viene definita "Deficit di modellizzazione interna" (IMD) e descrive l'incapacità di generare e utilizzare modelli interni di pianificazione e controllo motorio. Il metodo utilizzato per esaminare il fenomeno fornisce una chiave di accesso al processo di rappresentazione dell'azione (Jeannerod, 2001). Il concetto di rappresentazione rapportato alla disprassia viene ripreso da Risoli (2015): I dati di letteratura sono indicativi di una programmazione disfunzionale del movimento volontario con inefficienza di generazione e/o utilizzo delle rappresentazioni interne dell'azione.

La Motor Imagery è un processo basato sulla capacità di rappresentare mentalmente un movimento e attivare le aree cerebrali coinvolte nel gesto, consentendone l'apprendimento e l'allenamento in assenza di un'azione esplicita. Permette inoltre di valutare l'integrità delle capacità di rappresentazione interna del movimento. Lo studio di Fuchs e Cacola (2018) dimostra come i bambini con Disturbo dello sviluppo della coordinazione (DCD) hanno difficoltà nell'esecuzione di compiti che richiedono la rappresentazione di un modello interno di determinati movimenti. Nello studio svolto hanno confrontato l'accuratezza e vividezza della Motor Imaging in bambini con DCD

e in sviluppo tipico (TD). I risultati indicano punteggi statisticamente significativi più bassi sull'accuratezza e punteggi senza differenze significative sulla vividezza. Un ulteriore aspetto emerso dai sottotest riguarda la difficoltà dei bambini con DCD di rappresentare immagini cinestesiche.

Per poter agire nell'ambiente l'individuo utilizza il corpo, l'azione corporea è rappresentata mentalmente e diversi studi in ambito sportivo e riabilitativo dimostrano l'efficacia della visualizzazione interna di un'azione e riproduzione più fluida e funzionale della stessa. Ad esempio il Dynamic Motor Imaging dimostra l'importanza di immaginare un'azione e riprodurne i movimenti contemporaneamente per riabilitare la funzione locomotoria post-ictus (Fusco, 2016). Le rappresentazioni interne comprendono informazioni riguardanti i segmenti corporei, concetto definito schema corporeo. Esso si sviluppa in base alle informazioni sensoriali cinestesiche, alle sue interazioni con l'ambiente e si consolida con l'apprendimento di nuove azioni. È riconducibile a funzioni neurologiche legate alla postura ed è considerato da diversi autori (Clark 1984, Toombs 1988) come un aspetto inconsapevole della Motor Imaging. Come afferma Callagher (1995) lo schema corporeo coinvolge funzioni senso-motorie non intenzionali e ha un effetto sull'esperienza volontaria. Ad esempio l'azione che porta a muovere un braccio è volontaria e può essere rappresentata mentalmente con la Motor Imaging mentre gli aggiustamenti della postura che servono per mantenere l'equilibrio non sono sotto il controllo volontario e riflettono la funzione automatica e implicita legata allo schema corporeo, con le informazioni cinestesiche integrate con informazioni multisensoriali che regolano i segmenti corporei nel loro insieme.

Come affermato da Carraro (2016) "Il corpo è il principale dato di esperienza e la consapevolezza mentale di sé è in primo luogo un apprendimento delle proprie funzioni somatiche che evolve durante la vita. Da ciò discende la considerazione che la base per lo sviluppo di un'adeguata identità individuale è l'unità somatopsichica dell'organismo. Sentire accuratamente il proprio corpo, valutare obiettivamente la propria apparenza corporea, acquisire una precisa percezione delle sensazioni corporee, migliorare l'abilità di controllo della posizione nello spazio, coordinare il

movimento delle diverse parti corporee, sentire la finezza e proteggere il valore del proprio corpo, imparare a comunicare attraverso di esso sono fondamentali finalità di ogni processo educativo e riabilitativo”

Comprendendo la relazione tra movimento, esperienza e apprendimento risulta chiaro come corpo svolge un ruolo fondamentale nella cognizione. Gli schemi cognitivi spesso iniziano il loro sviluppo a livello motorio, quindi con i movimenti corporei nello spazio che permettono l’interazione con l’ambiente (Neisser, 1987).

3. Disordine Motorio e Cognitivo: Sviluppo motorio e difficoltà di apprendimento

La capacità di apprendimento e il rendimento scolastico sono fenomeni complessi, determinati da molteplici aspetti legati allo sviluppo cognitivo, motorio ed emotivo-relazionale. Diversi processi cognitivi come l'attenzione, la memoria, consapevolezza, comprensione, intuizione, linguaggio sono strettamente legati alle funzioni motorie che permettono all'individuo di relazionarsi con l'ambiente, percepire le informazioni in modo integrato e il proprio corpo nello spazio e nel tempo. Come affermato nel Consensus Conference sui Disturbi specifici di apprendimento non sono presenti sufficienti dati statistici in letteratura riguardo l'effetto dell'attività motoria sui miglioramenti dell'apprendimento scolastico nei soggetti con Disturbo specifico di apprendimento a lungo termine, essendo presenti solo studi che dimostrano effetti positivi a breve termine. Risultati scientifici sugli effetti dell'attività motoria nei bambini confermano l'azione statisticamente significativa sul miglioramento delle funzioni esecutive di inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva (Valentini, 2016) e della self-efficacy (autoefficacia percepita). Uno studio sperimentale svolto da Federici e Toscani (2018) cerca di verificare i benefici motori e cognitivi che si ottengono con un intervento motorio di potenziamento dell'attività motoria curriculare nella scuola primaria. Confrontando i soggetti che hanno preso parte alla sperimentazione con individui estranei ad essa si è dimostrato quanto i benefici siano considerevoli sia a livello motorio che cognitivo, in particolare riguardo il senso di auto-efficacia.

L'educazione motoria, in particolare nella scuola primaria, oltre a stimolare uno stile di vita attivo e sano svolge un ruolo fondamentale nel processo educativo e di crescita del soggetto.

Le competenze necessarie ad affrontare il percorso scolastico comprendono capacità e abilità cognitive e intellettivo-relazionali, queste competenze implicano lo sviluppo di processi neuro-motori essenziali. L'apprendimento scolastico è rappresentato dall'apprendimento metodico della letto-scrittura, dell'area logico-matematica e dell'integrazione visuo-motoria. Bambini normodotati

dal punto di vista intellettuale possono incontrare problemi nell'apprendimento di questi saperi perché non hanno ancora sviluppato uno stadio adeguato di sviluppo motorio, corporeo, sensoriale e percettivo. Esiste un collegamento tra le funzioni, in particolare tra quelle legate all'intelligenza senso-motoria e all'aggiustamento motorio globale con le funzioni cognitive mentali (Valentini, 2016).

La disprassia e le conseguenze motorie che rendono l'individuo goffo, incapace di compiere movimenti finalizzati hanno effetti sulla compromissione dell'apprendimento di nuove abilità cognitive, in particolare nell'ambito scolastico.

Scrivere e leggere implicano un utilizzo di processi visuo-motori come la coordinazione della muscolatura oculare, la lateralizzazione per la corretta successione da sinistra a destra della struttura di parole e frasi. Nella condizione in cui le principali funzioni motorie (lateralizzazione, coordinazione visuo-spaziale e oculo-manuale) non sono sviluppate adeguatamente come nella Disprassia e nelle disabilità che riscontrano difficoltà coordinative e di azione finalizzata l'organizzazione funzionale delle procedure grafiche, di lettura e di calcolo sono fortemente penalizzate.

Nella scuola primaria le carenze prassiche sono sempre più frequenti e risultano accompagnate da bassi livelli di padronanza della lateralizzazione, equilibrio, coordinazione oculo-manuale (Crispiani, 2011).

Congressi scientifici, in particolare la Consensus Conference, (Sistema nazionale per le linee guida) riguardanti disturbi specifici di apprendimento cercano di porre l'attenzione sulle connessioni tra motricità e DSA, ampliando la valutazione del disturbo di apprendimento ad abilità complementari percettive, prassiche, visuo-motorie, attentive, mnestiche.

“Si segnala la presenza di un terzo profilo di comorbilità: comorbilità tra dislessia e disturbo dello sviluppo della coordinazione (disturbo evolutivo specifico della funzione motoria, ICD-10, F82)”

Lateralizzazione e apprendimento della letto-scrittura

La lateralizzazione è un processo funzionale che porta all'utilizzo preferenziale di un emicorpo rispetto all'altro. Questo implica la determinazione di un'estremità dominante e un senso dominante nell'esecuzione di azioni psicomotorie complesse. Il dominio della mano è considerato l'esempio più ovvio di lateralizzazione cerebrale, attraverso la mano dominante si possono svolgere compiti manuali più complessi e fini rispetto alla mano non-dominante e questo rispecchia l'asimmetria dell'organizzazione cerebrale (Milenkovic, 2016).

La dominanza laterale indica quindi la condizione di funzionalità primaria di un emisfero con interessamento dell'efficienza dei circuiti neurali e degli scambi inter-emisferici (Crispiani, 2016).

La definizione della dominanza laterale determina inoltre l'ottimizzazione degli scambi interemisferici e del funzionamento corticale e cerebrale.

Gli organi percettivi proiettano in via controlaterale e ciascun occhio con i nervi ottici proietta sia sull'emisfero destro che sinistro. La parte destra di un campo visivo cade sulla metà sinistra di ciascuna retina e viceversa, così anche gli stimoli uditivi e la propriocezione dei movimenti e senso della posizione (Chiarenza e Nijokiktijen, 2008).

Attraverso valutazioni e osservazioni dell'esercizio di mano, piede, occhio e orecchio e prove dell'agire spontaneo, nell'uomo possono definirsi i seguenti tipi di dominanza laterale (Crispiani, 2016):

2. Destra primaria
3. Sinistra primaria
4. Ambidestra
5. Crociata manuale
6. Mista naturale
7. Sinistra non primaria
8. Destra/Sinistra contraria

9. Destra/Sinistra con interferenze ed orientamento speculare

10. Forme non stabilizzate (ritardo fisiologico)

La dislateralità, definita come mancata stabilizzazione della lateralizzazione può essere (Crispiani, 2016):

- Sinistra non primaria
- Destra-sinistra contraria
- Destra-sinistra con interferenze ed orientamento speculare
- Forme non stabilizzate (ritardo fisiologico)

Queste condizioni comportano forme di disordine con effetti sull'incertezza degli schemi motori coordinati e rapidi, difficoltà del movimento da sinistra a destra e negli schemi crociati, sensibilità all'iperstimolazione e lentezza nei movimenti bimanuali.

La mancata scelta dell'arto superiore dominante è una delle cause maggiori del disorientamento spaziale di ragazzi con Disturbo Specifico di Apprendimento (DSA). Esiste un collegamento tra maturazione della dominanza emisferica e lateralizzazione oculo-manuale e nel caso in cui il processo evolutivo non avviene la capacità di orientamento nello spazio risulta compromessa. Se il riferimento originario di ogni orientamento spaziale sia motorio che grafico, cioè la determinazione dell'arto dominante, non è consolidato, le informazioni neuro-percettive in entrata e prassico-motorie esecutive risulteranno disorganizzate e poco efficienti (Lodi et al., 2014).

Leggere non significa percepire analiticamente segni corrispondenti a suoni e cumularli, ma ipotizzare significati complessivi di parole o di spezzoni di testo percepiti parzialmente (Crispiani, 2001).

La lettura è un riconoscimento di forme in base al loro orientamento spaziale e la risoluzione di operazioni prevede una discriminazione di sequenzialità per attribuire un valore alle cifre. Può essere intesa come *decifrazione*, cioè riconoscimento di grafemi e *comprensione*, cioè elaborazione cognitiva.

Nella dislessia questi due processi non interagiscono funzionalmente per attuare la lettura predittiva tipica delle persone in sviluppo tipico ma si assiste ad un processo sintetico, di analisi sequenziale dei grafemi. Da questo deriva la sillabazione dei grafemi e la lentezza nella lettura, affaticamento e difficile comprensione del testo (Crispiani, 2011).

Nello studio svolto da Lodi e colleghi (2014) “il 66% dei ragazzi seguiti con disprassia e DSA hanno una lateralizzazione oculare incerta o incrociata rispetto alla propria dominanza emisferica”.

In uno studio svolto da Valentini (2016) sono state divise due classi prime e assegnate ad un gruppo di controllo e ad un gruppo sperimentale. Il gruppo di controllo effettuava lezioni di attività motoria standard mentre il gruppo sperimentale dedicava ore specifiche ad attività motoria ideata per migliorare i pre-requisiti della letto-scrittura. I bambini sono stati valutati con test SD1 per la letto-scrittura, TMG per le abilità di locomozione e controllo oggetti e test per la dominanza laterale.

I risultati riportano un miglioramento significativo nei test SD1 e TMG nel gruppo sperimentale e miglioramento della dominanza laterale in entrambi i gruppi, dimostrando l'efficacia di attività motoria specifica per l'acquisizione e sviluppo dei pre-requisiti per la letto-scrittura.

Nella Disprassia la difficoltà nell'arricchire l'esperienza motoria e la mancata relazione costruttiva con l'ambiente possono esprimersi nel deficit di apprendimento. Kephart (1960) risalta l'importanza di ciò che definisce “incontro percettivo-motorio” nel quale il bambino integra l'esperienza fisica con la percezione esterna. Se questi due aspetti non sono in equilibrio si possono osservare comportamenti motori disfunzionali, come lo sviluppo della lateralizzazione per l'orientamento spaziale che se non stabilizzato provoca la lettura con inversioni speculari e difficoltà nella proiezione dell'immagine del proprio corpo (destra e sinistra) nello spazio.

Come descrive Lodi (2014) “La lateralizzazione è il pre-requisito di ogni forma di orientamento spaziale. La mira è indispensabile per eseguire il compito di scrivere correttamente. Il senso ritmico e l'orientamento temporale sono strettamente connessi ai processi di memorizzazione. La funzionalità neuro-percettiva e l'organizzazione spazio-temporale che si struttura grazie alle

esperienze motorie creano i tracciati per l'organizzazione del pensiero e per la mappatura di catalogazione dei codici alfabetici, numerici, procedurali”.

Se il sistema di apprendimento non è stato adattato alle esigenze del soggetto e le capacità motorie complesse (coordinazione, lateralizzazione, orientamento spazio-temporale, capacità costruttive e associative, movimento finalizzato) non sono state apprese con processi adeguati alla persona, le funzioni che necessitano di quelle capacità vengono compromesse, come la tardiva maturazione emisferica e il riferimento del proprio arto dominante che può compromettere la capacità di orientarsi nello spazio.

Anomalie oculo-motorie e Disturbi Specifici di Apprendimento

I movimenti oculari sono determinati da una muscolatura intrinseca che regola riflessi interni all'occhio e una muscolatura estrinseca che regola i movimenti dell'intero occhio. I muscoli intrinseci comprendono: Ciliare per la messa a fuoco di oggetti a distanze diverse attraverso il processo di accomodazione e muscolo dell'Iride per variare il diametro della pupilla in base alle condizioni di illuminazione.

I muscoli estrinseci sono tre paia: retto laterale e mediale, retto superiore e inferiore, retto obliquo superiore e inferiore e sono innervati rispettivamente dai nervi cranici oculomotore, trocleare e abducente.

La muscolatura estrinseca è ancorata alla sclera, sotto la congiuntiva e muove il globo oculare nell'orbita ossea compensando i cambiamenti di posizione della testa in modo da far cadere l'immagine nella fovea. Tali muscoli sono coordinati dal sistema nervoso centrale e dipendono da variazioni nelle afferenze vestibolari.

Tra i movimenti eseguiti il più importante per la lettura è il saccadico con spostamenti improvvisi coniugati dei due occhi.

I movimenti di fissazione degli occhi su una parte definita del campo visivo sono controllati da meccanismi volontari per individuare e seguire l'oggetto, meccanismo collegato ad un'area premotoria dei lobi frontali. Meccanismi involontari controllati da aree visive secondarie della corteccia occipitale mantengono lo sguardo fermo tramite riflessi vestibolo-oculari e opto-cinetico, cioè mantenimento della fissazione con oggetto in movimento (Guyton, 1987).

Nei soggetti con diagnosi di DSA, tra cui soggetti con disturbo disprassico, deficit di attenzione e iperattività (ADHD) le capacità oculo-motorie presentano anomalie. Nello studio svolto da Bilbao (2019) vengono presentate le evidenze scientifiche della relazione sopra citata.

Attraverso metodologie riabilitative per la dislessia si è osservato che l'intervento riabilitativo ha avuto effetti positivi sul miglioramento delle risposte oculomotorie e non vi erano differenze statisticamente significative tra il gruppo di controllo ed i bambini dislessici dopo l'allenamento.

Questi risultati dimostrano l'importanza di un intervento precoce di riabilitazione oculomotoria e la funzione dell'allenamento sul recupero di funzionalità.

Sumner (2018) cerca di analizzare e determinare la presenza di differenze oculomotorie tra bambini con disturbo dello sviluppo della coordinazione (DCD) e senza attraverso l'utilizzo di tecnologie di tracciamento oculare, fissazione visiva, inseguimento oculare e prestazioni pro e anti-saccade.

I risultati dimostrano difficoltà nel mantenimento della fissazione e inseguimento, suggerendo che i bambini con DCD hanno problemi nell'inibizione-saccadica e nel mantenimento dell'attenzione su un bersaglio visivo.

Riguardo l'integrazione visuo-motoria e le abilità di letto-scrittura uno studio di Kelley e Krauss (2003) ha valutato l'integrazione visuo-motoria e il rendimento scolastico di 54 bambini per comprendere la relazione tra questi due aspetti e capire se i bambini con elevati punteggi nell'integrazione visuo-motoria dimostravano maggiori abilità nella letto-scrittura. I risultati hanno confermato questa ipotesi.

Requisiti motori della grafia

Per lo sviluppo di una corretta grafia sono fondamentali i requisiti motori di prensione e postura. La prensione implica capacità di lateralizzazione, controllo fine del movimento, la postura è essenziale per mantenere la stabilità, corretto appoggio e il rilassamento muscolare durante i movimenti grafo-motori.

Con l'acquisizione delle componenti neuro-motorie per la prensione e la corretta postura, sviluppate nei primi anni di età anche grazie alla scuola d'infanzia e un contesto favorevole che predispone all'esperienza di attività finalizzate allo sviluppo della grafia, si può procedere con l'apprendimento di pre-requisiti funzionali cognitivo-motori: Abilità visuo-spaziali per la corretta disposizione delle lettere nel foglio; Coordinazione oculo-motoria e manuale, con l'elaborazione dei dati visivi e l'esecuzione motoria; Abilità grosso-motorie e fino-motorie dei segmenti prossimali (braccio-avambraccio) e distali (mano-polso-dita).

Come affermato da Bizzarro e Caligaris (2017) il tratto grafico è il prodotto di un progressivo sviluppo sul piano motorio, su quello percettivo e su quello rappresentativo.

Ajuriaguerra (1964) identifica tre tappe di sviluppo della grafia, definite calligrafiche. La prima, pre-calligrafica, è caratterizzata dall'apprendimento dell'impugnatura e indirizzamento dello strumento. Questa fase ha una durata variabile ed è in stretta relazione con lo sviluppo motorio e dall'osservazione del percorso evolutivo della grafia possono essere individuati ritardi di apprendimento. La seconda fase, calligrafica, consiste nell'avvio dell'automatismo e il tracciato diventa più regolare. La terza fase, post-calligrafica, è caratterizzata invece dalla rapidità della scrittura e riduzione dello sforzo.

Nel processo che porta il bambino ad apprendere la scrittura necessita di elementi visuo-percettivi e mnemonici, per la corrispondenza tra il fonema e il segno grafico che lo rappresenta.

Una volta che ha imparato a riconoscere i grafemi li riprodurrà attraverso atti motori rapidi e precisi, unendo il movimento fine delle dita, del polso, dell'avambraccio e della spalla. Con il

passare del tempo e con la pratica i movimenti diventano automatici e sempre più fini e personalizzati.

La scrittura può essere quindi considerata come un compito motorio, nel quale la persona prepara ed esegue specifiche sequenze di movimenti che si realizzano sotto precisi vincoli temporali e spaziali.

La disgrafia riguarda le abilità esecutive di scrittura e può essere causata da diversi fattori: visuo-spaziali; posturali e motori; difficoltà di pianificazione e recupero degli schemi motori che può comportare confusione tra lettere graficamente simili; errori nel controllo motorio durante la scrittura, non viene seguita la corretta traiettoria (dismetria) e non si ha la corretta inibizione motoria muscolare (la persona non è in grado di fermare il tratto quando vorrebbe).

La disgrafia è un disturbo specifico dell'apprendimento che riguarda in particolare i parametri di fluenza e qualità del segno grafico (Consensus Conference, 2007).

Come affermano Borean e colleghi (2012) per scrivere in modo fluente e leggibile il bambino deve possedere competenze visuo-percettive e fino-motorie, consapevolezza propriocettiva e capacità di pianificazione motoria. Se queste competenze risultano selettivamente danneggiate possono causare disgrafia.

Uno studio analizza l'esistenza di una insufficiente capacità di pianificazione motoria nei bambini disgrafici, suggerendo la necessità di un approccio riabilitativo globale invece che centrato solo sul potenziamento delle competenze grafo-motorie.

In questo studio è stata valutata la scelta dell'azione da intraprendere e misurato il grado di pianificazione motoria in un compito di prensione di una maniglia e rotazione, in situazioni di occlusione visiva, con e senza suggerimenti ai partecipanti da parte dello sperimentatore riguardo il tipo di rotazione per il conseguimento dell'obiettivo attraverso regole motorie implicite (osservazione riguardo il tipo di presa e rotazione congruente) per la corretta esecuzione.

Attraverso i risultati è emerso che i soggetti disgrafici effettuavano un numero maggiore di azioni inefficaci nel raggiungere l'obiettivo prefissato dall'esaminatore, questo conferma le difficoltà di pianificazione motoria nei bambini disgrafici rispetto al gruppo di controllo (Lauria, 2017).

Disprassia e Dislessia

L'area della corteccia cerebrale deputata alla produzione del linguaggio è l'area di Broca , localizzata nel lobo frontale sinistro, vicino alla corteccia motoria.

Secondo il modello Wernike-Geschwind, utilizzato in ambito clinico per la sua semplicità e validità approssimativa, la corteccia uditiva primaria riceve i segnali neuronali relativi a suoni percepiti.

L'area di Wernike elabora i suoni in parole di senso compiuto e tramite il fascicolo arcuato l'informazione passa all'area di Broca che trasforma le informazioni in codici motori necessari per articolare i suoni del linguaggio ed infine raggiunge la corteccia motoria per i movimenti delle labbra, lingua e laringe. Questo modello non considera però che l'informazione visiva può raggiungere l'area di Broca senza passare per il giro angolato. Le afasie sono condizionate anche da strutture sub-corticali come talamo, ipotalamo e nucleo caudato, non presenti nel modello. Inoltre aree corticali in seguito a lesione, ictus, possono sostituire le aree compromesse. Infine molte afasie implicano sia deficit di comprensione sia di produzione del linguaggio.

Nel modello di Wernike-Geschwind l'afasia (perdita parziale o completa delle capacità linguistiche conseguente a un danno cerebrale, spesso senza perdita delle facoltà cognitive e della capacità di muovere i muscoli dell'eloquio) di Broca viene definita "motoria" poiché compromette l'eloquio parlato ma non la lettura, mentre l'afasia di Wernike compromette la comprensione del linguaggio, la produzione parlata è fluente ma incomprensibile.

Nella disprassia si riscontrano difficoltà espressive verbali e soggetti affetti da disturbo specifico del linguaggio presentano problematiche prassiche e di coordinazione motoria. Ricerche in ambito neurofisiologico hanno confermato la relazione tra aspetti linguistici, motorio-prassici e competenze relative alla sfera delle funzioni esecutive. "Sappiamo come i disturbi del linguaggio si associno e condizionino lo sviluppo cognitivo determinando un passaggio sempre più deficitario ai livelli successivi di maturazione di tale sistema, in quanto non permetterebbe di accedere alle forme di

pensiero più astratte, alle competenze logiche più mature e più in generale, di trasformare e fare proprie le informazioni fornite dal mondo circostante e sappiamo quanto esse influiscano nell'ambito dell'apprendimento" (Marra, 2014).

Risulta quindi fondamentale eseguire un intervento riabilitativo che coinvolga aspetti specifici del linguaggio con trattamenti logopedici e aspetti relativi all'ambito psico-motorio, considerando il disturbo come un'unità che presenta criticità correlate e non singole facoltà compromesse.

Crispiani (2016) definisce la persona dislessica come un soggetto che esprime insufficiente organizzazione nel tempo e nello spazio, manifesta esitazioni nell'incipit dell'agire di ogni tipo e nel controllo del tono muscolare. Nella dislessia il linguaggio è lento o precipitoso non per un disturbo semantico (simbolico, fonologico) ma per un disturbo motorio che comprende aspetti esecutivi, sequenziali, fonetici, inversioni di lettura, interruzioni e disfluenza.

Secondo l'ICF (Classificazione Internazionale del Funzionamento) la dislessia è un disturbo della esecuzione e non un disturbo degli apprendimenti. La persona ha quindi imparato a leggere, scrivere, calcolare ma non è in grado di eseguire correttamente tali funzioni.

Crispiani (2016) definisce inoltre la dislessia come disprassia sequenziale, in quanto l'esecuzione erronea dovuta al disordine nell'organizzazione dell'agire nello spazio e nel tempo comporta manifestazioni disfunzionali in altre aree esecutive di carattere sequenziale.

Un tratto della condizione Dislessica-Disprassica evidente è la lentezza comportamentale che provoca lentezza dell'incipit (esitazione), dimostrato attraverso registrazione del potenziale di preparazione motoria (Chiarenza et al., 1982, 2014). La lentezza tipica si esprime anche nell'esecuzione motoria. Questi due aspetti (lentezza incipit e esecutiva) hanno conseguenze nella percezione, controllo e avvio di azioni correttive, fenomeno definito bradifrenia.

Si assiste a un paradosso dinamico del disprassico, con la lentezza dovuta a eccessiva precipitazione, legata a processi di neuro-attivazione e autocontrollo che comporta un movimento disfunzionale e effetti secondari come insuccesso esecutivo, demotivazione, reattività scomposta.

Relazione tra Funzioni esecutive e sviluppo motorio

Le funzioni esecutive trovano la loro collocazione cerebrale nella corteccia prefrontale. Possono essere definite come funzioni cognitive di controllo, autoregolazione, molto importanti per il percorso scolastico, in quanto ci permettono di relazionarci adeguatamente con le persone, pianificare azioni non solo per soddisfare bisogni primari e immediati, risolvere problemi con un pensiero critico e costruttivo e mantenere l'attenzione su un compito preciso.

Le principali funzioni esecutive sono (Tortella e Fumagalli, 2014):

- Memoria di lavoro
- Inibizione (autocontrollo, capacità di attesa)
- Flessibilità cognitiva (essere creativi, capacità di uscire dagli schemi)
- Attenzione selettiva
- Pianificazione
- Problem solving
- Capacità di ragionare

In uno studio di Toussait-Thorin (2013) vengono valutate le funzioni esecutive nei bambini con disprassia attraverso test neuropsicologici per valutare flessibilità, pianificazione, inibizione e memoria prospettica e questionari alle famiglie. Infine la valutazione comprendeva un test in situazione ecologica, quindi con attività appartenenti alla vita quotidiana (Children's Cooking Task), confrontato con un gruppo di controllo.

La valutazione neuropsicologia includeva 6 test relativi ad aree specifiche delle funzioni esecutive (flessibilità, risoluzione dei problemi e autoregolazione, fluidità verbale, attenzione uditiva selettiva, capacità di inibizione e impulsività, pianificazione per la memoria a lungo termine). I risultati in questa condizione mostrano punteggi nella media per la maggior parte delle funzioni esecutive tranne che per l'inibizione, con risultati che mostravano un indice di impulsività patologica, e per la pianificazione. Riguardo il compito in situazione di vita quotidiana sono stati rilevati alcuni

comportamenti pericolosi nel gruppo sperimentale mentre nessuno nel gruppo di controllo. Inoltre i bambini con disprassia hanno commesso molti più errori con un numero elevato di “domande-commento” per verbalizzare le loro azioni.

Studi sulla relazione tra funzioni esecutive e attività fisica dimostrano l'importanza di un corretto approccio metodologico (Diamond et al. 2012), il quale dovrebbe enfatizzare durante la pratica motoria i seguenti aspetti: autocontrollo, autodifesa, pazienza, aspettare che il compagno abbia finito un'attività prima di iniziare, concentrazione, rispetto e umiltà.

Dovrebbero inoltre essere stimolanti e modificabili, con una progressione di difficoltà favorendo il continuo apprendimento con compiti nuovi con l'approccio metodologico “Attività in zona di sviluppo prossimale”, cioè la proposta di attività che richiedono un livello di competenza maggiore seguite dall'educatore che guida il bambino e lo supporta (scaffolding) e la ripetizione dell'attività per l'apprendimento.

L'attività motoria può avere un ruolo importante nello sviluppo delle funzioni esecutive, soprattutto in bambini con difficoltà in età prescolare (Diamond, Lee, 2011).

Disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria e complicanze psicopatologiche

Le difficoltà di sviluppo della coordinazione motoria comportano oltre che disordini a livello di apprendimento complicanze dal punto di vista psicopatologico.

I bambini in età prescolare e scolare con disprassia vedono aggravata la loro condizione da sintomi di inattenzione, iperattività e oppositività. Il comportamento esternalizzante patologico non è solo presente in casi con disprassia ma anche in soggetti della popolazione generale con disturbi dell'area motoria. Si osserva una relazione inversa tra disturbo motorio e frequenza dei comportamenti esternalizzanti, “più è marcato il disturbo a carico dell'area motoria maggiore è la frequenza di comportamenti esternalizzanti e più grave è la loro espressione clinica”(Poletti, 2009).

In adolescenza invece si assiste al passaggio da comportamento esternalizzante a internalizzante, come dimostrato in uno studio longitudinale su bambini nati pretermine con capacità motorie deficitarie, in particolare la comorbidità psicopatologica nel passaggio dall'infanzia all'adolescenza vede l'aumento di disturbi d'ansia e depressione.

Si è riscontrato in soggetti a rischio di Disturbo dello sviluppo della coordinazione livelli significativi d'ansia. Attraverso la ricerca di Bonifacci e Contento (2008) un gruppo di 136 bambini dai 6 a 10 anni è stato valutato con un test sulle abilità grosso-motorie e sono stati individuati due gruppi: "Rischio DCD" e controlli. Il gruppo "Rischio DCD" al test di autovalutazione per la misurazione di ansia e depressione ha ottenuto risultati significativamente maggiori sul livello d'ansia rispetto al gruppo di controllo.

Un altro studio (Sigurdsson, 2002) ha osservato che bambini con ritardo nell'acquisizione delle competenze posturali, scarse abilità fino-motorie hanno più frequenti sintomi ansiosi rispetto a soggetti in condizioni di sviluppo standard.

I bambini con disprassia mostrano una minore propensione alla partecipazione dei giochi collettivi, elemento fondamentale per lo sviluppo individuale. Questo può portare ad un rischio di isolamento con il rischio maggiore di insorgenza di problemi somatici e ansiosi, depressivi. Non riuscendo a partecipare costruttivamente alla vita scolastica e sportiva hanno una bassa percezione di sé legata all'aspetto fisico, capacità e autostima, soffrono in oltre spesso di disturbi funzionali e provocatori-oppositivi (Lemonnier, 2010).

4. Interventi motori abilitativi

Le aree funzionali che permettono al bambino di affrontare le varie attività nella scuola possono essere riassunte nelle abilità legate alle aree di scrittura, lettura, espressione linguistica, logico-matematica. Queste aree funzionali necessitano di pre-requisiti psicomotori e percettivi, descritti nel capitolo precedente.

Il movimento fine necessita di un'organizzazione cognitivo-motoria complessa e un'integrazione multisensoriale, propriocettiva, cognitiva per il raggiungimento di uno scopo.

Per leggere sono fondamentali la lateralizzazione e l'orientamento spaziale, per scrivere la prensione, postura, la coordinazione oculo-manuale, controllo fine del movimento e sono compresi i pre-requisiti della lettura, per il linguaggio l'articolazione complessa di fonemi associata alla coordinazione muscolare.

Oltre a queste abilità nel corso dello sviluppo l'individuo acquisisce competenze legate alle funzioni esecutive, funzioni psichice, sociali e cognitive.

Educazione motoria e acquisizione di nuove competenze

Per l'acquisizione di nuove competenze è fondamentale l'esperienza. L'ambiente offre continuamente nuove possibilità di azione (affordance) ma per attuarle l'individuo deve acquisire determinate competenze motorie che gli permettono di esplorare l'ambiente ed eseguire compiti più complessi (Tortella, 2018).

Come affermato nel paragrafo relativo alle funzioni esecutive un ulteriore aspetto che permette lo sviluppo di nuove competenze è la ripetizione del compito per un apprendimento completo e il successivo passaggio a compiti più complessi, con il supporto dell'educatore (scaffolding) per non rendere l'attività frustrante ma positiva e motivante.

Quando si esegue un intervento educativo motorio è importante considerare i vincoli che possono interferire sia positivamente che negativamente sullo sviluppo dell'individuo (Newell, 1986). Questi vincoli possono essere relativi al compito, personali e ambientali.

I vincoli personali comprendono aspetti biologici, motivazionali, credenze e valori (caratteristiche psicologiche).

I vincoli del compito riguardano obiettivi e scopi dell'attività, regole, materiali utilizzati.

I vincoli ambientali aspetti legati alla temperatura, tipo di struttura dove si esegue il compito e legati ad aspetti socio-economico-culturali.

Per permettere al bambino con difficoltà motorie di esprimersi ed eseguire i compiti nel modo più efficace possibile al fine dello sviluppo di nuove competenze è importante limitare i vincoli e favorire esperienze di successo. Riguardo il supporto attraverso incoraggiamento verbale non sempre è utile esprimere verbalizzazioni positive. “L'utilizzo di incoraggiamenti verbali non sempre raggiunge gli effetti desiderati. In un recente studio abbiamo dimostrato come l'incoraggiamento emozionale contribuisca a sviluppare una competenza motoria quando il bambino è già avanti nel processo di apprendimento, mentre risulta addirittura dannoso se il bambino ha un basso livello di competenza” (Tortella, Fumagalli, 2015).

Il supporto fisico deve permettere il superamento del compito assegnato senza però rendere dipendente il bambino all'aiuto. Ad esempio lavorando sulle capacità di equilibrio bisogna intervenire solo per evitare cadute, facilitare l'apprendimento iniziale con supporto minimo, lasciando il bambino sbagliare e affinare le proprie capacità e abilità.

Corporeità e difficoltà di apprendimento

Nel progetto di studio pilota finalizzato allo studio degli effetti riabilitativi di un programma di consolidamento coordinativo per alunni con DSA svolto da Lodi (2014) sono stati coinvolti 14

partecipanti, i quali hanno eseguito attività motoria per favorire l'acquisizione della lateralizzazione, orientamento spazio-temporale, coordinazione generale e oculo-manuale. L'ipotesi alla base del progetto è quella che i bambini con DSA possano ottenere miglioramenti significativi attraverso l'allenamento costante e continuo di tipo psicomotorio, stimolando adeguatamente una componente neurale che influenza le interconnessioni neurali e le aree connesse a questa, che a sua volta né coinvolgerà altre (Elderman, 2004). Questo permette di ampliare la visione di DSA inserendo oltre all'aspetto cognitivo-prestazionale anche quello psicomotorio e intersoggettivo relazionale (Lodi, 2014), essendo l'identità di ogni persona costruita attraverso l'esperienza motoria, relazionale e in base al campo interattivo in cui si trova a vivere (Mastroianni, 2010).

I 14 alunni con DSA aderenti al progetto sono stati monitorati con 8 test (4 logico-matematici, 3 linguistici e uno motorio) e sono stati invitati a una seduta settimanale di circa un'ora e mezza unita ad un lavoro svolto a casa secondo una tabella di esercitazione da compilare con valutazioni, progressi.

Dopo 5 mesi la ripetizione degli 8 test proposti all'inizio del percorso hanno ottenuto un miglioramento del 60 % nelle aree monitorate.

I cambiamenti avvenuti nei ragazzi hanno portato ad una nuova attivazione di circuiti neuro-motori, rinforzo dell'orientamento spazio-temporale ed efficacia prassica.

“Ciò che abbiamo riscontrato nei partecipanti è stato come la progressiva acquisizione di competenze motorie abbia aumentato la loro autostima e avviato quel processo di rimozione degli ostacoli neuro-motori che compromettono la possibilità di avere accesso a una normale esperienza scolastica” (Lodi et al., 2014)

In particolare gli ostacoli neuro-motori riscontrati nei ragazzi con DSA dello studio comprendono:

- Incerta dominanza emisferica in 8 allievi destri dominanti di occhio sinistro
- Incertezza della scelta dell'arto superiore dominante nei lanci, nelle prese e nella destrezza
- Difficoltà di equilibrio

- Ipotonia delle braccia
- Iperattività di alcuni ragazzi

Nell'incertezza della scelta dell'occhio dominante 8 ragazzi su 14 pur essendo destri di mano in un test che consisteva nella visione da un foro guardavano alternando l'occhio destro con il sinistro.

Il significato di questa incertezza si può riferire ad una dominanza emisferica disfunzionale e la tendenza a mantenere questo atteggiamento causerà ulteriori interferenze nella gestione dei segnali visivi in entrata.

I risultati quantitativi mostrano miglioramenti, come affermato in precedenza, in tutte le prove del 55-60 %, nelle prove di lettura si evidenziano i peggioramenti più numerosi, nelle prove di calcolo i peggioramenti sono i più bassi in assoluto e i miglioramenti nella maggior parte dei casi sono considerevoli.

Nei risultati dei sub-test delle diverse prove si osservano miglioramenti nella rapidità della lettura per quasi tutti i bambini mentre registra lievi peggioramenti la correttezza.

Riguardo il confronto tra prestazioni del test motorio e cognitivo e l'osservazione della relazione tra miglioramenti motori e conseguente apprendimento cognitivo, i miglioramenti delle prove di abilità motorie sono superiori al 60%, in linea con i miglioramenti con i test di apprendimento.

Prendendo in considerazione determinati bambini si osserva che chi ha eseguito le esercitazioni con miglior frequenza totale, allenandosi dal punto di vista motorio e cognitivo, migliora nelle funzioni motorie, nelle abilità di calcolo, nella velocità di lettura (con peggioramento correttezza) e nella scrittura.

Bambini con frequenza totale media hanno migliorato le abilità motorie, funzioni motorie e nelle abilità cognitive di calcolo e scrittura, mentre per la lettura non si hanno dati sufficienti.

Bambini con frequenza ambivalente, presenti agli incontri settimanali ma che non si sono allenati a casa con continuità, sono migliorati nelle abilità motorie e alcuni nelle abilità di calcolo e lettura.

Il bambino con la peggior frequenza totale ha ottenuto i peggioramenti maggiori nelle abilità motorie, nelle abilità di calcolo e nella scrittura, area di apprendimento che nei compagni è migliorata maggiormente.

Queste considerazioni, non statisticamente significative, evidenziano comunque un legame stretto tra DSA e abilità motorie, capacità di lettura e movimenti oculari, apprendimento e coordinazione visivo-motoria (Lodi, 2014).

Gli esercizi proposti nelle sedute settimanali di gruppo consistevano in movimenti collegati con i processi logico-matematici e di letto-scrittura che favoriscano l'acquisizione delle funzioni psicomotorie di lateralizzazione, orientamento spazio-temporale, coordinazione generale e oculo-manuale. Un altro aspetto importante delle attività proposte consiste nel saper giocare, competenza che coinvolge la totalità della persona e permette il confronto costruttivo con modelli di abilità più evoluti ma non distanti dalle abilità dei bambini permettendo l'attivazione dei neuroni specchio e l'apprendimento implicito (Oliverio, 2008) di abilità in zona di sviluppo prossimale.

Le attività e giochi proposti erano divisi in:

- Giochi per la coordinazione oculo-manuale, con esercizi che coinvolgono le competenze di manualità e precisione, giochi di gruppo;
- Giochi per la stimolazione dei neuroni specchio che permettono al bambino l'osservazione di un'azione, l'elaborazione e espressione motoria;
- Destrezza con la palla, utilizzando un arto specifico in compiti di lancio, presa, esercizi singoli e a coppie;
- Consolidamento dell'equilibrio, camminando in diverse condizioni, saltando, con appoggi monopodalici, per la stimolazione propriocettiva;
- Orientamento spazio-temporale, memoria, linguaggio, simbolizzazione, con strutturazione delle attività che prevedono esercizi di memoria, raffigurazioni schematiche di esperienze senso-motorie, descrizioni scritte e lette di giochi e attività svolte, immaginazione di

possibili movimenti per eseguire un determinato compito, verbalizzazioni di esperienze corporee di orientamento nello spazio;

- Attività di orientamento-Orienteering, con percorsi predefiniti e cartine che definiscono lo spazio visto dall'alto, creazione di percorsi e riproduzione in scala più piccola.

Le attività proposte comprendono situazioni ludiche e motorie che permettono di esercitare un'abilità per svilupparne la funzione e per renderla disponibile all'utilizzo in tutti i contesti nei quali sarà necessaria.

Nel complesso il progetto prevede un protocollo di intervento secondo una progressione educativa delineata:

- Osservazione delle abilità psicomotorie degli alunni;
- Evidenze delle criticità individuali;
- Segnalazione alla famiglia per eventuali verifiche sanitarie, oculistiche, ortottiche e logopediche;
- Stimolazione psicomotoria globale svolta in contesto ludico e socializzante;
- Collaborazione con la famiglia e prescrizione delle esercitazioni individualizzate da svolgere a casa;
- Verifica dei cambiamenti in atto e riprogrammazione degli interventi.

Le esercitazioni cercano quindi di inserirsi in un contesto il più possibile individualizzato, considerando le caratteristiche individuali psico-motorie dell'alunno per metterlo in condizione di eseguire la richieste motoria.

Quando vengono proposte attività didattiche i ragazzi non ancora in possesso dei pre-requisiti neuro-motori e visuo-motori legati alla maturazione della lateralizzazione, verranno esposti a nuove situazioni disorientanti anche sul versante psico-emozionale. Non esistendo le premesse per una dominanza manuale, ottica e podalica questi alunni non saranno in grado di esprimersi sul piano simbolico, ma attraverso un percorso educativo che include motricità, relazione, collaborazione con

la famiglia, queste funzioni possono essere sviluppate, regalando all'allievo nuove possibilità d'azione.

Progetti scolastici e interventi individualizzati di Motricità Finalizzata

Uno studio di Schino (2020, in corso di stampa) analizza l'intervento di motricità finalizzata per studenti con Bisogni Educativi Speciali (BES) della Scuola Secondaria di II grado. Il progetto di ricerca sostiene l'ipotesi che la motricità finalizzata (Lodi, 2014, 2015) migliori le funzioni esecutive degli studenti con BES producendo di conseguenza miglioramenti nelle performance di apprendimento. Sono stati seguiti 60 studenti con BES, 41 dei quali hanno portato a termine l'intero percorso, divisi in 10 scuole di Bari, Rimini e Roma.

I risultati emersi dalla triangolazione di strumenti valutativi (diario di bordo, protocollo di 15 attività motorie finalizzate con misurazioni ripetute e relativa analisi visiva, somministrazione del VMI test (Beery, Buktenica, 1997), valutazioni intermedie e finali nel corso di due anni scolastici e scheda di valutazione finale sintetica per ciascun discente compilato dal Consiglio di classe) portano ad avvalorare il non rifiuto dell'ipotesi sperimentale e alla possibilità di intervenire con la formazione territoriale per attività scolastiche di motricità finalizzata.

Per comprendere in cosa consiste l'intervento di motricità finalizzata verrà proposta una scheda operativa che descrive il tipo di intervento:

- Osservazione iniziale, colloquio con la famiglia ed esecuzione della batteria dei test per valutare coordinazione globale e fluidità, equilibrio, funzione tonica, coordinazione oculo manuale e oculo podalica, lateralità (mano, occhio, piede). Tramite questi due elementi vengono rilevate le criticità ed i bisogni per creare una programmazione di lavoro.
- Svolgimento delle lezioni, riscaldamento (10-20 min) con l'esecuzione del Motor Training (Crispiani, 2015) come fase di attivazione;

- parte centrale (30-40 min) lavoro sulle criticità tramite giochi ed esercizi, ad esempio per l'equilibrio appoggi mono podalici su un mattoncino di legno, per il tono muscolare lavori di respirazione, giochi specifici, per la coordinazione globale salti con la corda, per la coordinazione segmentaria lanci, prese, passaggi, trasporto di palline con racchetta, per il ritmo movimenti con la musica e diversi oggetti, per gli schemi crociati e rotatori camminate in avanti lanciando una palla in alto, con rotazioni, saltelli coordinativi;
- Parte finale, gioco libero finalizzato (15 min), svolgimento di schede tratte dalle 12 azioni di Crispiani (2015).

Esempio di scheda di valutazione per evidenziare criticità e bisogni dell'alunno dai 6 ai 14 anni:

1) Se lancia una pallina a 9 mt. una la mano destra o sinistra e tiene avanti il piede destro o sinistro
2) Quante volte esegue saltelli sul posto da piedi uniti a divaricati nel tempo di 15"
3) Quante volte esegue saltelli sul posto da piedi uniti a divaricati slanciando contemporaneamente le braccia per fuori alto
4) Portando una pallina da ping-pong su di una racchetta per 9 metri, quante volte gli cade
5) Spostandosi a balzi laterali andata e ritorno quanto impiega ad abbattere 2 birilli a 9 m.
6) Spostandosi a balzi laterali andata e ritorno quanto impiega ad abbattere 2 birilli a 9 m.
7) Se calcia per 3 volte una palla per colpire un materassino(1 x 2m.) posto a 6m. usa il piede Dx 1 - 2 - 3 volte / Sx 1 - 2 - 3 volte
8) Se guarda da un foro con un solo occhio lo fa con quello : Dx 1 - 2 - 3 volte / Sx 1 - 2 - 3 volte
9) In equilibrio su un blocchetto di legno per 20" quante volte appoggia l'altro piede
10) Se lancia una palla da tennis per 3 volte più lontano possibile usa il braccio Dx 1 - 2 - 3

volte/ Sx 1- 2 - 3 volte:1° lancio m..... 2° lancio m..... 3° lancio a m.....TOT m.....
--

Tra una lezione e l'altra avvengono scambi comunicativi con la famiglia dell'alunno per dare indicazioni da seguire a casa, approfondire le criticità ed evidenziare eventuali miglioramenti.

Al termine della programmazione delle lezioni vengono messi in luce gli aspetti rilevanti dell'intervento educativo motorio, i miglioramenti e benefici sul piano motorio, cognitivo ed emotivo. In diverse parti dell'intervento educativo viene utilizzato il metodo Crispiani, in particolare nella fase di attivazione con il Motor Training e con attività specifiche per le 12 azioni che compongono il sistema CO.CLI.T.E (Trattamento Educativo Cognitivo Clinico).

Il "Metodo Crispiani", sulla scorta del Sistema COCLITE, del Trattamento Ecologico-Dinamico assume i seguenti obiettivi:

- Potenziare la fluidità e l'accuratezza delle funzioni esecutive complessive;
- Migliorare le competenze del leggere, scrivere e delle prestazioni matematiche;
- Migliorare la fluidità esecutiva ed il contatto con la classe e con i pari;
- Migliorare la disponibilità ai compiti ed alla vita;
- Evitare il ricorso misure sostitutive, aggiramenti, fughe, finzioni, tranne per esami finali, concorsi, prove selettive;
- Perseguire un'autonomia funzionale, non sussidiata.

Le 12 azioni del trattamento sono divise in:

- Autoanalisi
- Motricità
- Percezione
- Memoria
- Linguaggio
- Grafo-motricità

- Barrages
- Letto-scrittura
- Narrazione
- Discalculia I° Livello 5-7 anni
- Discalculia II° Livello 8-11 anni
- Discalculia III° Livello 12-14 anni
- Pensiero
- Comprensione del testo

Per ognuna di queste azioni è presente il testo specifico con le esercitazioni, che devono seguire la strategia triadica orientata alla costruzione di sequenze, sinestesie e automatismi. Il tipo di azione verrà scelto in base alla valutazione delle criticità e bisogni dell'alunno.

Nel complesso l'intervento di motricità finalizzata, in particolare la parte centrale della lezione dove si lavora sulle criticità emerse nella valutazione, si basa sull'osservazione e allenamento delle sette funzioni motorie (tono muscolare, equilibrio, lateralizzazione, orientamento spaziale, orientamento temporale, coordinazione oculo-manuale e generale) considerate pre-requisiti fondamentali per l'accesso ai processi di apprendimento e la chiave per la costruzione di uno schema corporeo integrato che permetterà al bambino e ragazzo di interagire costruttivamente con i compagni e con l'ambiente.

Le sette funzioni motorie possono essere così riassunte e descritte sinteticamente (Lodi, 2014, 2015):

- Il tono muscolare è il substrato operativo di ogni prassia, se troppo blando produrrà un intervento motorio sfumato e tenue, inadatto all'uso dei vari attrezzi e caratteristico di un atteggiamento rinunciatario e scarsamente convinto; se troppo intenso aumenterà la propensione agli eccessi, all'iperattività ed alle difficoltà di adattamento e di ascolto.
- L'equilibrio consente di avere stabilità, sicurezza e precisione nei salti, nelle prese e negli spostamenti in genere, divenendo l'ambito elettivo per il controllo di tutte le proprie parti

corporee e consentendo, con la crescita, di affrontare azioni motorie più complesse. Carenze a livello di questa capacità diminuiranno considerevolmente la funzionalità di utilizzo delle vie extra-piramidali indispensabili agli automatismi.

- La lateralizzazione, l'essere francamente destri o sinistri nelle azioni di forza, di mira e di precisione è il riferimento originario di ogni orientamento spaziale, sia motorio che grafico; è il primo anello della catena degli orientamenti e, nel caso sia scarsamente consolidato, diverrà fattore disorientante per tutte le informazioni neuro percettive in entrata e prassico-motorie esecutive. Essa è il principale punto di riferimento della viabilità neuro motoria in grado di ordinare i flussi esperienziali.
- L'orientamento spaziale favorisce il riconoscimento delle direzioni, delle forme, delle dimensioni, dei concetti di interno ed esterno, vicino-lontano, destra-sinistra, delle relazioni di prossimità o interferenza, tutte abilità indispensabili per poter accedere a lettura, scrittura, incolonnamento, analisi, confronto ed organizzazione del corpo che si muove rispetto all'ambiente e agli oggetti che lo popolano.
- L'orientamento temporale consente: la memorizzazione delle sequenze, la padronanza delle esperienze ritmiche, la comprensione delle relazioni di successione cronologica che sono alla base dell'analisi dei processi di causa effetto, della capacità di interagire con gli oggetti che sono in movimento nello spazio e dell'organizzazione di una progettazione delle fasi di lavoro e l'adattamento ai cicli biologici e vitali.
- La coordinazione oculo manuale e la coordinazione globale permettono di elaborare tutte le informazioni propriocettive provenienti dall'organismo, quelle estero-cettive provenienti dagli oggetti e dalle persone che si muovono nello spazio circostante in modo tale da poter effettuare azioni efficaci, gestendo in brevissime frazioni di secondo una grande quantità di variabili neuro motorie. Passando da esercitazioni semplici a situazioni più complesse il sistema nervoso centrale dell'individuo affina sempre più attraverso di esse la funzionalità delle abilità sopra descritte.

L'unione delle esercitazioni legate al metodo Crispiani, utilizzate in ambito rieducativo clinico per soggetti con DSA ed i giochi per l'attivazione e sviluppo delle sette funzioni motorie descritti nelle pubblicazioni di Lodi e colleghi (2014, 2015), inseriti in un contesto progettuale ben organizzato, con corretta valutazione delle criticità, progressivo monitoraggio dello sviluppo delle abilità e competenze in una progettazione che include lavori individualizzati e di gruppo, può avere effetti significativi sullo sviluppo dei processi di apprendimento e delle funzioni esecutive nei ragazzi con disprassia e DSA sia a breve termine, con numerosi studi a conferma di tale ipotesi, che a lungo termine, essendo presenti in letteratura scientifica studi che dimostrano l'effetto dell'attività motoria sullo sviluppo delle funzioni esecutive e del senso di auto efficacia e studi recenti (Schino, in corso di stampa) che mettono in luce l'effetto della motricità finalizzata sullo sviluppo cognitivo e delle funzioni legate all'apprendimento scolastico a lungo termine.

5. Conclusione

Nel bambino la discriminazione e differenziazione tra emisfero (destra e sinistra), corporeo prima ed extracorporeo di conseguenza, contribuisce al formarsi di uno schema, di una rappresentazione o immagine del proprio corpo, fondamento per ordinare e integrare gli stimoli del mondo esterno e orientarsi nell'ambiente fisico, muovendosi in esso senza indecisione. Il riferimento propriocettivo dello schema corporeo permette la coordinazione dei dati percettivi e l'organizzazione psicomotoria (Lodi et al., 2014).

Come afferma Crispiani (2016) il disordine esecutivo (Dislessia, Disgrafia, Discalculia, Disprassia, Disordini motori e spatio-temporali) è oggetto di abilitazione mediante processi intensivi di attivazione neurofisiologica, dinamizzazione di sequenze d'azione in costanza e fluidità.

L'esecuzione attiva, fluida, consapevole ed automatica di sequenze motorie, percettive, grafomotorie, mnestiche, linguistiche, del pensiero, quindi leggere, scrivere e calcolare, genera il potenziamento della funzione e dell'organo utilizzato. L'attivazione delle funzioni motorie costante,

organizzata e progressiva permette la riorganizzazione dei flussi corticali inter-emisferici, in particolare nella fluidità, cioè prontezza nell'incipit, autocorrezione, giusta velocità. Il miglioramento della funzionalità neuro-motoria facilita il movimento finalizzato e crea migliori condizioni per l'adattamento dei circuiti neurali alle nuove esigenze d'azione.

La condizione disprassica offre l'opportunità per analizzare la relazione tra motricità e cognizione, mostra l'influenza dei processi motori sullo sviluppo delle abilità per l'apprendimento scolastico.

Questa comprensione permette di perfezionare le metodologie abilitative e rieducative considerando come aspetto fondamentale le funzioni psico-motorie alla base dei processi cognitivi.

Sono presenti diversi studi della letteratura scientifica internazionale con protocolli quasi-sperimentali, così indicati quando la causalità non può essere provata da un processo controllato in ambienti come quello scolastico. Questi studi analizzano e approfondiscono i benefici dell'attività motoria sullo sviluppo delle capacità, abilità motorie e fitness; sviluppo cognitivo (sviluppo dell'attenzione, rendimento scolastico); salute psico-sociale (interazione con i compagni, collaborazione all'interno di un gruppo); altri indicatori come il fitness cardiorespiratorio, indice di massa corporea (Valentini, 2016).

Le carenze strumentali come la mancata padronanza dei pre-requisiti di apprendimento, le insufficienti esperienze in un determinato ambito didattico e la disorganizzazione cognitiva consentono di definire la tipologia di intervento, focalizzandosi sull'apprendimento di competenze basilari per l'acquisizione di nuove abilità cognitivo-motorie e sull'analisi dei bisogni e difficoltà dell'allievo nell'ambito scolastico e socio-affettivo.

L'attività motoria è essenziale per lo sviluppo corporeo, mentale, emozionale del bambino. Ma è anche l'elemento fondativo su cui agire per riorganizzare la funzionalità di chi manifesta difficoltà scolastiche (Lodi et al., 2014).

6. BIBLIOGRAFIA

- Baxter, P. (2012). Developmental coordination disorder and motor dyspraxia. *Developmental medicine & child neurology*, 54(1), 3-3.
- Beery, KE (1997). The Beery-Butkenica VMI: test evolutivo di integrazione visuo-motoria con test evolutivi supplementari di percezione visiva e coordinazione motoria: amministrazione, punteggio e manuale didattico (4° ed.), *Parisippany, NJ: Modern Curriculum*.
- Bilbao, C., & Piñero, D. P. (2019). Diagnosis of oculomotor anomalies in children with learning disorders . *Clinical and Experimental Optometry*.
- Carraro A, Gobbi E., (2016) Muoversi per star bene, Una guida introduttiva all'attività fisica. Roma, Carocci Editore
- Castiello U., Bennet K. M. B. e Stelmach G. E. (1993) Reach to grasp: The natural response to perturbation of object size. *Esperimental Brain Research*, 94, 163-178
- Castiello, U., Zucco, G. M., Parma, V., Ansuini, C., & Tirindelli, R. (2006). Cross-modal interactions between olfaction and vision when grasping. *Chemical senses*, 31(7), 665-671.
- Chiarenza, G. A., & Di Pietro, S. F. (2014). La dislessia ei suoi sottotipi. Modelli clinici e risvolti applicativi nel trattamento della dislessia evolutiva. *Junior Edizioni: Brescia, Italy*, 107-132.
- Chiarenza, G. A., & GA, C. (1982). Movement related brain macropotentials during skilled performance task in children with learning disabilities.
- Costa, F (2017) Analisi cinematica della scrittura nella valutazione di anomalie motorie dovute a disgrafia o patologie
- Crispiani P. (2001) La dislessia come disprassia sequenziale, Junior-Spiaggiari, Bergamo-Parma
- Crispiani P. (2016) Il Metodo Crispiani. Clinica della dislessia e disprassia, Edizione Junior-Spiaggiari
- Crispiani P., (2001) Pedagogia Clinica, Junior, Azzano San Paolo
- DE, A. J. (1973). Aspects opératoires en psychopathologie infantile. *Revue De Neuropsychiatrie Infantile Et D'hygiene Mentale De L'enfance*, 21(1-2), 7-21.
- Denckla, M. B. (1984). Developmental dyspraxia: The clumsy child. *Middle childhood: Development and dysfunction*, 245-260.
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current directions in psychological science*, 21(5), 335-341.

- Federici, A., & Toscani, A. G. (2018). Effetti motori e cognitivi dati dall'attività motoria potenziata nella scuola primaria. *Formazione & Insegnamento. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione*, 16(1), 95-110.
- Fuchs C. T., Cacola P. (2018) Differences in accuracy and vividness of motor imagery in children with and without Developmental Coordination Disorder. *Human movement science*, 60, 234-241
- Fusco, Augusto, et al., (2016) The Dynamic motor imagery of locomotion is task-dependent in patient with stroke. *Restorative neurology and neuroscience* 34 (2) 257-256
- Gabbard, C., & Bobbio, T. (2011). The inability to mentally represent action may be associated with performance deficits in children with developmental coordination disorder. *International Journal of Neuroscience*, 121(3), 113-120.
- Gallagher, S., & Cole, J. (1995). Body image and body schema in a deafferented subject. *The journal of mind and behavior*, 369-389.
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- Gaymard, B., Giannitelli, M., Challes, G., Rivaud-Péchoux, S., Bonnot, O., Cohen, D., & Xavier, J. (2017). Oculomotor impairments in developmental dyspraxia. *The Cerebellum*, 16(2), 411-420.
- Guyton A.C., (1987) *Basic Neuroscience. Anathomy and Physiology*, Saunders, Philadelphia
- Hadders-Algra, M. (2000). The neuronal group selection theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Developmental medicine and child neurology*, 42(8), 566-572.
- Hadders-Algra, M. (2001). Early brain damage and the development of motor behavior in children: clues for therapeutic intervention?. *Neural plasticity*, 8(1-2), 31-49.
- Hadders-Algra, M. (2018). Early human motor development: from variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 90, 411-427.
- Hécaen, H., & De Ajuriaguerra, J. (1964). Left-handedness: Manual superiority and cerebral dominance. Grune & Stratton.
- Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(12), 942.

- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS biology*, 3(3).
- Jafarlou, F., Jarollahi, F., Ahadi, M., Sadeghi-Firoozabadi, V., & Haghani, H. (2017). Oculomotor rehabilitation in children with dyslexia. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 31, 125.
- Johnston, O., Short, H., & Crawford, J. (1987). Poorly coordinated children: a survey of 95 cases. *Child: care, health and development*, 13(6), 361-376.
- Kepard N.C (1960) *The Slow Learner in the Classroom*, Columbus, Ohio
- Lauria, S., & Fiumara, A. (2017) I Disturbi Specifici dell'Apprendimento. *il caduceo*, 11.
- Le Boulch, J. (1971). *Vers une science du mouvement humain: introduction à la psychocinétique*.
- Lemonnier E. (2010) Psicopatologia nei bambini con Disprassia *Arch Pediatr* 17(8): 2010.05.015
- Leong, S. F., & Clark, J. B. (1984). Regional enzyme development in rat brain. Enzymes of energy metabolism. *Biochemical Journal*, 218(1), 139-145.
- Lodi (2019) *Motricità Finalizzata- D.S.A Approfondimenti*, Sito Motor Studio Tre
- Lodi, Barbieri, Buiani, Seghi, (2014) *Corporeità e difficoltà di apprendimento, Motricità finalizzata al successo educativo* Brescia, La Scuola
- M.Poletti, (2009) Comorbidità psicopatologica del Disturbo di Sviluppo della Coordinazione Motoria, *Giornale di Neuropsichiatria dell'Età Evolutiva* 29, 154-163
- Mark F.Bear, Barry W. Connors, Michael A.Paradiso, (2007) *Neuroscience: Exploring the Brain- Third edition*, , Lippincott Williams & Wilkins-USA
- Marotta, L., & Caselli, M. C. (2014). *I disturbi del linguaggio: Caratteristiche, valutazione, trattamento*. Edizioni Centro Studi Erickson.
- Marra Serena, Marta Fascendini, Elisa Salmin, Matteo Chiappedi, Disturbo specifico del linguaggio e disprassia, *Bollettino della Società Medico Chirurgica di Pavia* 126(3):735-742
- Marzia Bizzarro, Lorenzo Caligaris (2017), *I processi cognitivi nell'apprendimento, modelli e applicazioni nella clinica e nella didattica*, , Le guide, Erickson
- Menghini D, Vicari S, Mandolesi L, Petrosini L. (2011) Is learning by observation impaired in children with dyslexia?. *Neuropsychologia*. 2011; 49 (7): 1996-2003.

- Milenković, S., Paunović, K., & Kocijančić, D. (2016). Laterality in living beings, hand dominance, and cerebral lateralization. *Srpski arhiv za celokupno lekarstvo*, 144(5-6), 339-344.
- Muzzini, S., Posteraro, F., & Leonetti, R. (2005). Definizione di disprassia evolutiva e ipotesi patogenetiche. *Le forme spastiche della paralisi cerebrale infantile: Guida all'esplorazione delle funzioni adattive*, 141
- Neisser, U. (1987). From direct perception to conceptual structure
- Njiokiktijen C., Chiarenza G., (2008) *Le disprassie dello sviluppo e i disturbi motori associati*, Bonadonna, Milano
- Oberman, L. M., & Ramachandran, V. S. (2007). The simulating social mind: the role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders. *Psychological bulletin*, 133(2), 310.
- Oliverio A., (2008) *La mente e il cervello*, in Maldonato M., *L'universo della mente*, Maltemi, Roma
- Oliverio, A. (2001). *La mente: istruzioni per l'uso*. Rizzoli.
- Orton, S. T. (1937). Reading, writing and speech problems in children.
- Pierno, A. C., Mari, M., Glover, S., Georgiou, I., & Castiello, U. (2006). Failure to read motor intentions from gaze in children with autism. *Neuropsychologia*, 44(8), 1483-1488.
- Raibert, M. H. (1977). *Motor control and learning by the state space model* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Risoli, (2013) *La riabilitazione spaziale con il metodo SaM (sense and mind) nella disprassia* ed. Carocci Faber
- Risoli, A. Antonietti, (2015) *Il corpo al centro, dalla teoria alla riabilitazione con il metodo SaM* LED, Milano 62-66
- Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology*, 210(5-6), 419-421.
- Roberto Carlo Russo *Disprassia evolutiva (Debilità motoria)*
- Ruttanathantong, K., Siritaratiwat, W., Sriphetcharawut, S., Emasithi, A., & Saengsuwan, J. (2013). Performance of motor imitation in children with and without dyspraxia. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet*, 96(7), 794-800.

- Sabbadini, G., Sabbadini, L., Sabbadini, M., & Bonaccorso, A. (1993). Developmental dyspraxia. *The clumsy child. Definition-Classification-Evaluation. SN e RIAB, 1*(1).
- Sabbadini, L. (2005). La disprassia in età evolutiva.
- Sabbadini, L. (2008). *La disprassia in età evolutiva: criteri di valutazione ed intervento* (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Santarossa, R. (2018). Un modello di metodologia didattica per progettare. *Mondo Matematico E Dintorni, 99*.
- Sartori, L., Becchio, C., & Castiello, U. (2011). Cues to intention: the role of movement information. *Cognition, 119*(2), 242-252.
- Schino Francesco (in corso di stampa). Motricità finalizzata applicata a studenti con Bisogni Educativi Speciali della Scuola Secondaria di II grado. Esiti di uno studio di caso multiplo.
- Sigurdsson, E., Van Os, J., & Fombonne, E. (2002). Are impaired childhood motor skills a risk factor for adolescent anxiety? Results from the 1958 UK birth cohort and the National Child Development Study. *American Journal of Psychiatry, 159*(6), 1044-1046.
- Spezzi Mauro, (2014) *Dislessia ed evidenze neuroscientifiche*, sito disprassiaitard.eu
- Stein, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia, 7*(1), 12-36.
- Sumner, E., Hutton, S. B., Kuhn, G., & Hill, E. L. (2018). Oculomotor atypicalities in developmental coordination disorder. *Developmental science, 21*(1), e12501.
- Taylor, J. A., & Ivry, R. B. (2014). Cerebellar and prefrontal cortex contributions to adaptation, strategies, and reinforcement learning. In *Progress in Brain Research* (Vol. 210, pp. 217-253). Elsevier.
- Tettamanti, M., Buccino, G., Saccuman, M. C., Gallese, V., Danna, M., Scifo, P., ... & Perani, D. (2005). Listening to action-related sentences activates fronto-parietal motor circuits. *Journal of cognitive neuroscience, 17*(2), 273-281.
- Tortella P. (2018) Ambienti e contesti per progettare l'educazione motoria in età prescolare. *Formazione e Insegnamento XVI, 1*, 213-225.
- Tortella P., Fumagalli G., (2013) *Spazio in Movimento: Educazione Motoria e Scienza, Manuale pratico per la scuola d'infanzia*, Libreria dello Sport, Milano
- Tortella P., Fumagalli G., (2014) *Attività fisica e Funzioni Esecutive nella Scuola d'Infanzia*, Libreria dello Sport, Milano

- Toussaint-Thorin, M., Marchal, F., Benkhaled, O., Pradat-Diehl, P., Boyer, F. C., & Chevignard, M. (2013). Executive functions of children with developmental dyspraxia: Assessment combining neuropsychological and ecological tests. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(4), 268-287.
- Valentini, M., Gasparri, A., & Lucertini, F. (2016). Educazione motoria e lateralizzazione: il binomio perfetto per apprendere. Un progetto di ricerca nella scuola primaria. *FORMAZIONE & INSEGNAMENTO. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione*, 14(1), 203-212.
- Weineck J. *L'allenamento ottimale*, Edizione Calzetti e Mariucci