

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO



DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE, FILOSOFICHE E DELLA FORMAZIONE

XI CICLO DOTTORATO DI RICERCA IN  
“Processi pedagogico - didattici e dell’analisi politico- sociale”

TESI DI DOTTORATO IN

**“ Le potenzialità delle tecnologie dell’Analisi del Movimento  
nell’ambito della Valutazione Didattica”**

COORDINATORE  
Prof. Giuliano Minichiello  
*Giuliano Minichiello*  
TUTOR

Prof. *Maurizio Sibilio*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Sibilio', with a long horizontal stroke extending to the right.

DOTTORANDO

Dott. *Rodolfo Vastola*

Anno Accademico

2012/2013

*“...la posizione del corpo nello spazio influisce su tutto ciò che noi chiamiamo emozione, è solo quando l'attore ha trovato la posizione corretta che può pronunciare le parole, e solo allora esse suoneranno corrette....” (Mejerchol'd, 1922)*

## **Indice**

Introduzione.....	6
-------------------	---

### **Capitolo 1-Teorie sul Controllo Motorio della Scrittura e del Disegno**

1.1. Prospettive teoretiche nell'analisi del disegno e della scrittura.....	9
1.2. L'organizzazione del Disegno.....	13
1.3. Principi di base all'esecuzione del disegno. Caratteristiche spazio temporali.....	21
1.4. Evidenze sul Controllo Motorio della Scrittura: Il modello di Ellis.....	29
1.4.1. Selezione del Grafema e dell'Allografo.....	32
1.5. Principi di base all'esecuzione della scrittura. Caratteristiche spazio temporali.....	33
1.6. Le abilità motoria della mano nella scrittura e nel disegno.....	36
1.6.1. La scelta della mano destra.....	37

### **Capitolo 2 - I Disturbi Specifici dell'Apprendimento: la Disgrafia**

2.1. I Disturbi Specifici dell'Apprendimento.....	39
2.2. Area medico-psicologica. Definizione e caratteristiche principali de Disturbi Specifici dell'Apprendimento.....	41
2.2.1. La Consensus Conference.....	42
2.2.2.Sistemi di Classificazione Internazionale.....	47

2.3.	Area Tecnico Legislativa. Legge 8 ottobre 2010 , n. 170. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico.....	50
2.4.	Area Pedagogica - Psicopedagogica. Linee guida per il diritto allo studio degli studenti con disturbi specifici di apprendimento.....	52
2.4.1.	Classificazione dei DSA.....	53
2.4.2.	Individuazione del DSA. L'importanza della Osservazione.....	54
2.4.3.	Il Ruolo della Didattica.....	55
2.4.4.	Strumenti compensativi e misure dispensative.....	57
2.4.4.1.	Strumenti e misure per il Disturbo della Lettura.....	57
2.4.4.2.	Strumenti e misure per il Disturbo della Scrittura.....	58
2.4.4.3.	Strumenti e misure per il Disturbo della Discalculia.....	59
2.5.	Processi che Regolano la Scrittura Manuale.....	60
2.5.1.	Il Modello a due Vie della Scrittura.....	65
2.5.2.	La teoria di Uta Frith.....	68
2.5.3.	La zona Occipito Parietale e la sua importanza nel processo di scrittura.....	71
2.6.	La Disgrafia.....	72
2.6.1.	Indicazioni nosografiche relative alla disgrafia	73
2.6.2.	Caratteristiche della disgrafia.....	76
2.6.3.	Disprassia e Disgrafia.....	78

2.6.4. Eziopatogenesi.....	81
2.6.5. Sintomatologia.....	83
2.6.6. Anamnesi ed esami utili.....	84

### **Capitolo 3 - Sistemi Tecnologici di Ausilio per la Valutazione della Abilità Grafo Motori**

3.1. L'uso delle nuove tecnologie nella ricerca didattico motoria.....	85
3.2. Metodi di valutazione della scrittura.....	88
3.2.1. I test di valutazione per il Disegno.....	90
3.3. Sistema di Analisi Multifattoriale Integrata per la Valutazione del Movimento Umano.....	95
3.3.1. Convenzione sulla Cinematica Articolare. I Sistemi di Riferimento.....	101
3.4. Potenzialità dei sistemi integrati di analisi del movimento nella valutazione del tratto grafico.....	102
3.4.1. Protocollo sperimentale per l'analisi delle Abilità Grafo Motorie.....	103
3.4.2. Marker Set.....	105
3.4.3. Protocollo di calcolo.....	106
3.5. Conclusioni.....	111
Bibliografia.....	114

## Introduzione

I meccanismi che regolano il disegno hanno sempre destato in me un grande interesse. Fin dalla più tenera età ero affascinato nel vedere mio padre realizzare con grande perizia disegni e progetti. Il suo lavoro di architetto e il suo amore per il disegno in generale hanno condizionato la mia vita e mi hanno fatto porre diverse domande sul come fosse possibile disegnare così bene. Ho sempre pensato che ci fosse qualcosa di geniale perché la stessa perizia e precisione nel tratto la osservavo quando suonava il pianoforte, era come se ci fosse un linguaggio comune che regolava e gestiva in maniera ordinata queste due nobili espressioni del movimento umano. L'idea che mi ero fatto è che le note musicali come i tratti della sua matita fossero guidati dallo stesso principio che li regolava e plasmava.

Crescendo questa mia curiosità è diventata passione e mi ha spinto a iscrivermi alla facoltà di Architettura. A palazzo Gravina<sup>1</sup> ho potuto vedere come era differente e peculiare l'abilità grafica in ogni persona. Lì ho avuto la fortuna di comprendere la differenza tra tecnica<sup>2</sup> e tecnologia. La tecnica τέχνη (téchne), "arte" nel senso di "perizia", "saper fare", "saper operare" è l'insieme delle norme applicate e seguite in una attività, sia essa esclusivamente intellettuale o anche manuale e

---

<sup>1</sup> Palazzo Gravina è la sede della Facoltà di Architettura della Università degli Studi di Napoli Federico II.

<sup>2</sup> *Vocabolario Treccani* alla voce corrispondente.

termine. La tecnologia<sup>3</sup> è una parola composta che deriva dalla parola greca τεχνολογία (tékhne-loghìa), letteralmente "discorso (o ragionamento) sull'arte", dove con arte si intende il saper fare. La tecnologia diventa il progetto della tecnica. La conoscenza della tecnica e della tecnologia sono il cuore del lavoro di un architetto anche se si vuole applicare al solo concetto di disegno. Si è abituati da subito a esprimere le abilità grafiche con strumenti che facilitano il compito e che sono regolati da tecniche di esecuzione ben precise; in effetti quello che accade quando pensiamo a delle abilità motorie e agli strumenti compensativi che ne permettono l'esecuzione.

La prima parte del lavoro è centrato sull'analisi dei meccanismi di controllo motorio che regolano il processo del disegno e della scrittura, offrendo uno spaccato sullo state dell'arte riguardante lo studio di questi aspetti. Emerge l'esistenza di un controllo gerarchico in cui le forme, le parti elementari che li compongono e i meccanismi che li realizzano fanno parte di un processo unitario in cui l'interrelazione diviene condizione necessaria e sufficiente per una esecuzione tecnica adeguata<sup>4</sup>. Se l'integrazione del processo è interrotta in qualche sua parte, l'abilità grafo motoria ne risulterà danneggiata.

L'esigenza di comprendere quale siano le difficoltà che determinano queste aprassie, che in base alla gravità possono essere molto limitanti per la normale vita quotidiana, è oggetto di studio di numerosi ambiti scientifici. Parte della ricerca si è spinta nel comprendere le

---

<sup>3</sup> Banister Fletcher, A. (1896). *History of Architecture on the Comparative Method* Athlone Press, University of London.

<sup>4</sup> Goodnow, J.(1977). *Children drawing*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

caratteristiche di questi deficit a integrarli in classificazioni mediche, giuridiche che permettessero a coloro i quali si rapportano quotidianamente con queste difficoltà di avere delle linee guida sul come affrontare e individuare in età precoce tali problematiche.

La ricerca scientifica cerca da sempre di individuare quegli strumenti di valutazione che permettano in maniera efficace di diagnosticare in età precoce questa tipologia di disturbo. L'utilizzo delle nuove tecnologie come supporto alle scale di valutazione olistiche o scientifiche<sup>5</sup> apre nuovi scenari negli aspetti di comprensione delle abilità grafo motorie, permettendo di integrare aspetti di natura qualitativa a elementi quantitativi che consentano di operare su un piano di oggettività che difficilmente sarebbe raggiungibile con gli strumenti tradizionali. Le tecnologie per l'analisi del movimento consentono in questo senso di disporre nella ricerca di una misura accurata delle caratteristiche estrinseche ed intrinseca del tratto grafico.

---

<sup>5</sup> Freeman, F.N. (1959). *A new handwriting scale*. Elementary School Journal, 59, pp.218–221.



# Capitolo 1

## “Teorie sul Controllo Motorio della Scrittura e del Disegno”

### 1.1. Prospettive teoretiche nell'analisi del disegno e della scrittura

Intendere le modalità secondo cui gli esseri umani riescono ad eseguire i movimenti, sia quelli in apparenza più semplici della vita quotidiana sia quelli performativi, in campo sportivo o artistico è un importante obiettivo scientifico con importanti implicazioni mediche, psicologiche, cinesiologiche, cibernetiche<sup>6</sup>.

Per controllo motorio intendiamo la capacità del sistema nervoso di regolare o dirigere il movimento. Quest'ultimo è spesso descritto nel contesto dell'esecuzione di una particolare azione: cammino, corsa, raggiungimento, fonazione controllo della stazione eretta.

In pratica si studia come viene controllato il movimento nel contesto di una specifica attività, assumendo che ciò fornisca informazioni sui principi generali.

Tra le funzioni primarie del controllo motorio vi è quella di consentire all'essere umano di interagire e comunicare con gli altri. Sicuramente il disegnare e lo scrivere sono attività rivolte più di altre all'esprimere una intenzione comunicativa. Partendo da questa osservazione è

---

<sup>6</sup> Morasso G., Sanguinetti V. (2003). *Biomeccanica della postura e del movimento*. Bologna. Pàtron Editore, p.307

normale considerare una prospettiva teoretica per analizzare il disegno e la scrittura. L'idea di partenza è che queste attività comunicative possano rappresentare la parte terminale di una serie di stadi interni.

Possiamo ipotizzare una serie di eventi:

1. Si ha una idea.
2. Questa idea è rappresentata in una forma astratta, "il linguaggio del Pensiero"
3. Il messaggio astratto è poi tradotto nel disegno o nella scrittura che consentono l'espressione dell'idea
4. Il disegno viene realizzato grazie una serie di comandi motori. Il feedback che afferisce durante l'esecuzione, viene utilizzato per proseguire nell'esecuzione del disegno. Se tale modello rappresenta ciò che realmente si verifica dovremmo trovare l'evidenza per gli stadi che determinano l'inizio del disegno e della scrittura.

Tra le prime evidenze che vanno elencate a conferma dell'organizzazione gerarchica vi è lavoro di Raibert<sup>7</sup> sull'equivalenza motoria. L'autore dimostra che le persone possono scrivere con uno stile consistente anche quando utilizzano effettori differenti.

---

<sup>7</sup> Raibert, M., H. (1977). *Motor control and learning by the state – space model*. Technical Report AI – TR -439, Artificial Intelligence Laboratory, MIT.

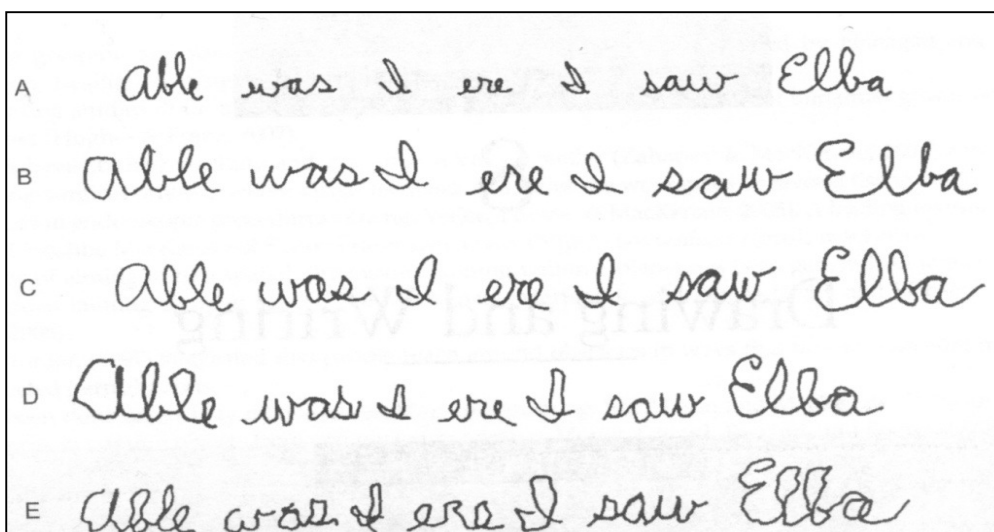


Figura 1. Tratto da: Raibert, M., H. (1977). *Motor control and learning by the state – space model*. Technical Report AI – TR -439, Artificial Intelligence Laboratory, MIT.

La frase, un palindromo, viene realizzata scrivendo con la mano destra, con il braccio destro a polso immobilizzato, con la mano sinistra, con la penna tra i denti e con la penna tenuta tra le dita dei piedi.

I risultati dimostrano una notevole somiglianza tra le 5 frasi scritte (Fig.1), evidenziando che “la struttura temporale fondamentale del movimento sembra essersi mantenuta nelle varie condizioni motorie”<sup>8</sup> e che esisterebbero soltanto delle differenze riguardanti i parametri più periferici.

Si può verificare lo stesso principio se scriviamo la nostra firma su una lavagna o la realizziamo in maniera minuscola su un foglio di carta. Le due tracce, infatti risulteranno completamente sovrapponibili.

---

<sup>8</sup> Schmidt R.,A., Wrisberg C.,A. (2000). *Apprendimento motorio e prestazione*. Società stampa sportiva, Roma

L'osservazione di questi esperimenti suggerisce che anche utilizzando differenti meccanismi di realizzazione e differenti maniere operative otteniamo lo stesso alto livello di rappresentazione del disegno.

Queste indicazioni ci consentono di affermare che alcune caratteristiche individuali della scrittura non variano rispetto alla scala, al tipo di utensile e al tipo di effettore, supportando la teoria del Programma Motorio<sup>9</sup> e supponendo che il disegno e la scrittura sia in parte gerarchizzate.

Una delle problematiche più discusse nello studio del controllo motorio sia per il disegno che per la scrittura è di come il sistema motorio risolva il problema della realizzazione dello stesso alto livello di intenzione in maniere differenti. Una risposta a questa domanda è di considerare dei *planning constraints* a cui i meccanismi di uscita devono obbedire. Questi vincoli limitano il range dei possibili comportamenti. È questo quanto accade se si chiede a un soggetto di spostare la propria mano da un punto A ad un punto B.

Morasso, infatti, dimostra che le persone tendono a muoversi scegliendo traiettorie rettilinee o quasi<sup>10</sup>. Questa tendenza riflette un

---

<sup>9</sup> Le Teorie dei programmi motori traggono origine dalle considerazioni che i movimenti ciclici sono gestiti da generatori di ritmi che dipendono in maniera lieve dal controllo centrale o da stimoli sensoriali. Questo ha focalizzato l'interesse sui comportamenti attivi, che non sono necessariamente originati da stimoli sensoriali. Keele nel 1968 ha modificato la teoria nozione di generatore di ritmi in una teoria, più astratta e generale, denominata Teoria del Programma Motorio. Per programma motorio si intende una "rappresentazione mentale" astratta di un certo movimento, che non varia rispetto agli aspetti geometrici e dinamici relativi alla sua traduzione in azione motoria.

<sup>10</sup> Morasso, P. (1981). *Spatial control of arm movements. Experimental Brain Research*,42,p.223-227

planning constraint che tende a minimizzare il minimum jerk<sup>11</sup> che rappresenta la derivata terza dello spostamento

Un'altra questione rilevante riguarda il carattere distintivo del tratto grafico di ogni persona. Si afferma in differenti studi che lo stile della grafia possa dare delle indicazioni sul carattere delle persone. Per esempio gli analisti della grafia che si rifanno alla teoria di Freud affermano che la maniera di disegnare la forma gli anelli della lettera "g" e "p" possa riflettere lo stato dell'inconscio. Allo stesso tempo si ritiene che l'inclinazione generale e la grandezza delle lettere scritte a mano possano riflettere l'introversione o estroversione di un soggetto<sup>12</sup>. Non volendo considerare l'aspetto della personalità nello spiegare le differenze nello stile di scrittura, rimaniamo con la domanda di perché le persone scrivono in una maniera così drammaticamente differente le une dalle altre. Di sicuro subentrano contributi differenti che si rifanno alla natura (patrimonio genetico) e allo sviluppo (esperienza) dell'individuo.

## **1.2. L'organizzazione del Disegno**

L'organizzazione e la pianificazione del disegno è stata oggetto di numerose ricerche soprattutto nei bambini.

---

<sup>11</sup> Flash, T., Hogan, N. (1985). *The coordination of arm movements: An experimentally confirmed mathematical model*. The Journal of Neuroscience, 5, p.1669-1703

<sup>12</sup> Hughes, A., E. (1966). *Self Analysis from your handwriting*. New York: Grosset & Dunlap.

Il disegno diviene progressivamente sempre più accurato nel corso dello sviluppo<sup>13</sup>, presumibilmente perché il controllo motorio e la pianificazione tendono a migliorare insieme alle capacità percettive e attentive.

Si ritiene che il disegno sia in grado di dare importanti informazioni sulle abilità cognitive del bambino, in quanto viene teorizzato che il disegno sia governato da regole sottostanti al processo che controlla il linguaggio<sup>14</sup>. Conseguentemente si è ipotizzato che lo sviluppo delle abilità di disegno possa essere considerato parallelo allo sviluppo del linguaggio.

Goodnow e Levine perseguono questa possibilità in un influente articolo chiamato "*The grammar of action: sequence and syntax in children's copying*"<sup>15</sup>. L'interesse degli autori è rivolto allo studio della traiettoria della traccia grafica e delle strategie di pianificazione che segue il bambino quando gli viene chiesto di ricopiare semplici forme a due dimensioni come triangoli e quadrati. Dallo studio emerge che i bambini seguono in maniera involontaria specifiche regole nell'esecuzione della copia del disegno.

In particolare due regole riguardavano il punto di partenza della traccia. Si riscontra infatti che i bambini tendono ad iniziare il loro disegno:

---

<sup>13</sup> Goodnow, J.(1977). *Children drawing*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

<sup>14</sup> Van Sommers, P. (1984). *Drawing and cognition: Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>15</sup> Goodnow, J., J., Levine, R. (1973). *The Grammar of Action: Sequence and syntax in children's copyin*. *Cognitive Psychology*, 4,pp.705-748

1. Dal punto più a sinistra

2. Dal punto più in alto

Altre due regole riguardano la scelta del tratto iniziale:

3. Il primo elemento disegnato è la linea verticale.

4. Data una figura come un vertice come un diamante o un triangolo, il tratto inizia dal vertice e discende sul lato obliquo sinistro.

Un set finale di regole riguarda la progressione generale della copia:

5. Disegna le linee orizzontali da sinistra a destra.

6. Disegna le linee verticali dall'alto al basso.

7. Tiene la penna sul foglio per tutto il tempo di esecuzione.

Partendo da queste osservazioni Goodnow and Levine suppongono che la pianificazione e la produzione della copia di una forma elementare sia legata all'utilizzo di alcune regole, e riscontrano che il bambino tende con l'età a conformare maggiormente la sua pianificazione a questi principi.

Se la pianificazione del tratto del disegno fa riferimento a delle regole e se come abbiamo detto la performance linguistica e grafica sono in relazione con gli stessi processi di controllo, segue che il bambino che ha difficoltà nella sequenzialità della parola nel linguaggio potrebbe avere lo stesso tipo di problema nel disegno. Questa ipotesi è confermata in uno studio condotto su dei bambini con afasia agrammatica, deficit che riguarda la produzione del linguaggio.

La ricerca<sup>16</sup> viene condotta su tre campioni differenti: bambini normali, non udenti e con afasia agrammatica. Veniva richiesto ai partecipanti di ricopiare una forma simmetrica. L'ordine con cui le linee venivano ricopiate dai bambini afasici deviava in maniera significativa dall'ordine di pianificazione seguito dai bambini non udenti e normali.

I bambini normali e non udenti tendevano, infatti a copiare la figura seguendo gli elementi di simmetria dell'immagine, partendo dall'alto della figura disegnavano il braccio sinistro e poi il destro, procedendo verso il livello più basso. Il bambino con afasia agrammatica disegnava in modo più azzardato, spesso partendo dal basso della figura e disegnando tutti i tratti fino al vertice. Il fallimento del bambino afasico di capitalizzare l'organizzazione gerarchica della figura suggerisce che l'abilità di sequenziare la pianificazione può dipendere da un centrale, amodale<sup>17</sup>, sistema di regole .

L'importanza delle regole risiede nel fatto che riescono a semplificare la pianificazione. Per esempio, la disponibilità di una semplice regola sul disegno da sinistra verso destra elimina la necessità di prendere una decisione quando dobbiamo disegnare una linea orizzontale. Le regole possono anche ridurre il numero dei distinti programmi motori che devono essere mantenuti in memoria.

Se volessimo disegnare dei triangoli con dimensioni differenti, e non disponessimo di regole di pianificazione del tratto, dovremmo per

---

<sup>16</sup> Cromer, R., F. (1983). *Hierarchical planning disability in drawings and construction of a special group of severely aphasic children*. Brain and Cognition, 2, pp.144-164.

<sup>17</sup> Keele, S., W. (1987). *Sequencing and timing in skilled perception and action: An overview*. In A. Allport, D. MacKay, W. Prinz, E. Scherer (Eds.), *Language Perception and Production*. London Academic Press. pp 463-487.



ognuna delle forma da realizzare avere un programma in cui vengono definite tutte le caratteristiche della forma. Questa soluzione risulterebbe poco economica per il numero di dati che andrebbero immagazzinati in memoria.<sup>18</sup>

Le regole perciò permettono la flessibilità della performance riducendo lo storage dei dati.

Il passo successivo è comprendere se anche gli adulti seguono come i bambini delle regole nella pianificazione del disegno.

Le ricerche condotte sulla pianificazione del disegno da parte degli adulti confermano queste aspettative. Peter Van Sommers riscontra che gli adulti adottavano strategie simili a quelle verificate da Goodnow<sup>19</sup> nel ricopiare forme bidimensionali di disegno, osservando che le stesse regole venivano seguite da diversi soggetti.

Prendi una penna e disegna rapidamente il sole nella maniera in cui è tipicamente illustrato nei testi dei bambini – linee dritte vengono fuori da un semplice cerchio... - se tu hai la mano destra dominante, inizierai il disegno dall'alto della figura per poi continuare il cerchio disegnando secondo un senso antiorario. Poi probabilmente metterai il primo raggio di sole nella parte alta della figura, partendo dall'alto verso il basso attorno al cerchio. Il prossimo raggio di sole sarà disegnato alla sua destra partendo dall'alto e in senso orario, cambierai il verso da fuori a dentro, a dentro a fuori dopo due o tre tratti, e poi rinvertirai attorno alle ore 9<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> Schmidt, R., A. (1975). *A schema theory of discrete motor skill learning*. Psychological Review, 82, pp.225-260. 1975

<sup>19</sup>Goodnow, J., J., Levine, R. (1973). *The Grammar of Action: Sequence and syntax in children's copying*. Cognitive Psychology, 4, pp.705-748

<sup>20</sup> Van Sommers, P. (1986). *How the mind draws*. Psychology Today, May, pp.62-66

Da come si intuisce dall'esempio vi sono, oltre ai motivi legati alla semplificazione della pianificazione, altre ragioni che determinano l'utilizzo di regole per il disegno. Una ragionevole ipotesi è legata al problema centrale dello studio del controllo motorio dell'essere umano, cioè il problema dei gradi di libertà (GDL)<sup>21</sup>.

La frase "problema dei gradi di libertà" è usata dai ricercatori che si occupano di controllo motorio perché una determinata azione motoria da numerose possibilità di realizzazione, dovute alla natura multi segmentata<sup>22</sup> del corpo umano, viene ridotta a pochi GDL che sono caratteristici della azione richiesta. La comprensione di come avviene questa riduzione è alla base della ricerca sui GDL.

Inoltre lo stesso movimento può essere condotto con un timing differente di esecuzione. Questa considerazione indica come il problema dei GDL sia multi sfaccettato<sup>23</sup> e possa riguardare sia la cinematica del movimento, posizione assunta nel tempo, sia la cinetica,

---

<sup>21</sup> I Gradi di libertà di un sistema sono il numero di possibilità in cui il sistema può variare indipendentemente. Un corpo libero nello spazio possiede 6 gradi di libertà che equivalgono a tre movimenti di traslazione e tre di rotazione.

<sup>22</sup> Perry, J. (2005). *Analisi del Movimento*. Elsevier Editore.

<sup>23</sup> La definizione del piano motorio consiste nella caratterizzazione di un gesto intenzionale mediante la selezione dei punti iniziali e finale, degli eventuali ostacoli, l'ampiezza e l'orientazione del gesto complessivo, il tempo di esecuzione indipendentemente dalla scelta di uno specifico effettore terminale (end - effector) Dalla pianificazione motoria viene individuata una traiettoria  $x = x(t)$  dell'effettore scelto (processo di formazione della traiettoria), che viene quindi trasformata nella corrispondente traiettoria  $q = q(t)$  nello spazio delle possibili configurazioni del corpo (problema cinematico inverso) . La parte finale è il calcolo delle forze che i vari attuatori devono produrre per ottenere la traiettoria desiderata (problema dinamico inverso).

le forze nel tempo<sup>24</sup>. La spiegazione di come il controllo motorio risolva il problema dei GDL è attribuita a tre concetti fondamentali, che riguardano:

1. Le sinergie. L'interazioni esistenti tra i diversi segmenti che compongono il corpo umano. Infatti le sinergie riducono il numero di gradi di libertà che devono essere indipendentemente controllati<sup>25</sup>.
2. La fisica meccanica. Le proprietà fisiche del corpo possono eliminare la necessità di controllo di alcune funzioni<sup>26</sup>.
3. L'efficienza. In una determinata azione il movimento che si esegue è sicuramente più efficiente dei movimenti che non si eseguono<sup>27</sup>.

Queste considerazioni favoriscono la comprensione dei motivi per cui si riscontrano le stesse regole nella produzione del disegno in soggetti diversi. La sinergia favorisce traiettorie congeniali ai segmenti coinvolti, la meccanica ci aiuta a produrre linee continue, l'efficienza ad evitare angoli articolari estremi<sup>28</sup>.

---

<sup>24</sup> Morasso G., Sanguinetti V. (2003). *Biomeccanica della postura e del movimento*. Bologna. Pàtron Editore, pp.307

<sup>25</sup> Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movement*. London: Pergamon.

<sup>26</sup> Bizzi, E., Mussa – Ivaldi, F., A. (1989). *Computation underlying the execution of movement: a Biological perspective*. Science, 253, pp.287-291.

<sup>27</sup> Rosenbaum, D.,A.(2010). Human Motor Control. Accademic Press. pp.19

<sup>28</sup> Meulenbroek, R., J., Thomassen A., J., W., M. (1991). *Stroke – direction preferences in drawing and handwriting*. Human Movement Science, 10, pp.242 - 270

I fattori meccanici e biomeccanici non sono gli unici determinanti nelle strategie del disegno.

Un altro elemento individuato da van Sommers è l'influenza del significato verbale<sup>29</sup> dell'oggetto che deve essere copiato.

Quando la forma è descritta come un, la struttura del bicchiere solitamente viene disegnata per prima, e per ultima la ciliegia. Quando è riconosciuta come un uomo che sorregge un telescopio, la testa solitamente viene disegnata come primo elemento, il corpo e i piedi per secondi, le braccia per ultime.

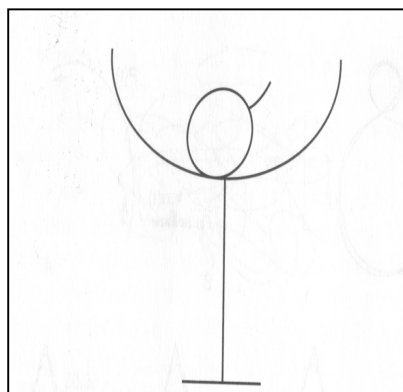


Figura 2. Tratto da: Van Sommers, P. (1984). *Drawing and cognition: Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge: Cambridge University Press.

Poiché il significato dato all'immagine influenza il modo in cui la figura è disegnata, van Sommers concluse che i fattori semantici o percettivi influenzano la pianificazione del disegno. Questo risultato suggerisce che le regole per la copia di una forma sono impegnate dopo che il significato o la rappresentazione dell'obiettivo sono definite.

---

<sup>29</sup> Van Sommers, P. (1984). *Drawing and cognition: Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge: Cambridge University Press.

Il disegno, perciò, può essere considerato come un processo che va dall'alto verso basso, che si accorda con la visione che il disegno sia gerarchicamente controllato.

### **1.3. Principi di base all'esecuzione del disegno. Caratteristiche spazio temporali**

La comprensione degli aspetti legati alla produzione del disegno deve tenere conto degli elementi che governano l'esecuzione del gesto. Una strada che permette di studiare questi aspetti è di far riprodurre diverse volte a una stessa persona una forma molto semplice. In uno di questi studi<sup>30</sup> al soggetto è chiesto di tracciare la figura di un otto. La traiettoria della penna viene memorizzata con un tavoletta grafica<sup>31</sup>. Dai dati emerge che il soggetto nell'esecuzione della figura ha una velocità angolare<sup>32</sup> media nel giro alto e basso quasi costante.

---

<sup>30</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1983). *The law relating the kinematic and figural aspects of drawing movements*. Acta Psychologica, 54, pp. 115-130.

<sup>31</sup> La tavoletta Grafica è una tecnologia che viene utilizzata solitamente nel mondo del design e della architettura. Le caratteristiche del hardware permettono la registrazione del tratto grafico e la memorizzazione in alcuni dispositivi della pressione esercitata della penna sulla tavoletta. Lo strumento è in grado di acquisire le coordinate x-y della punta della penna a una determinata frequenza di acquisizione.

<sup>32</sup> Si definisce velocità angolare  $\omega$  di un moto circolare uniforme il rapporto tra l'angolo al centro  $\Delta\alpha$  e il tempo  $\Delta t$  impiegato dal raggio vettore a spazzare tale angolo. Nel Sistema Internazionale le ampiezze degli angoli si misurano in radianti (rad), per cui la velocità angolare si misura in radianti al secondo (rad/s).

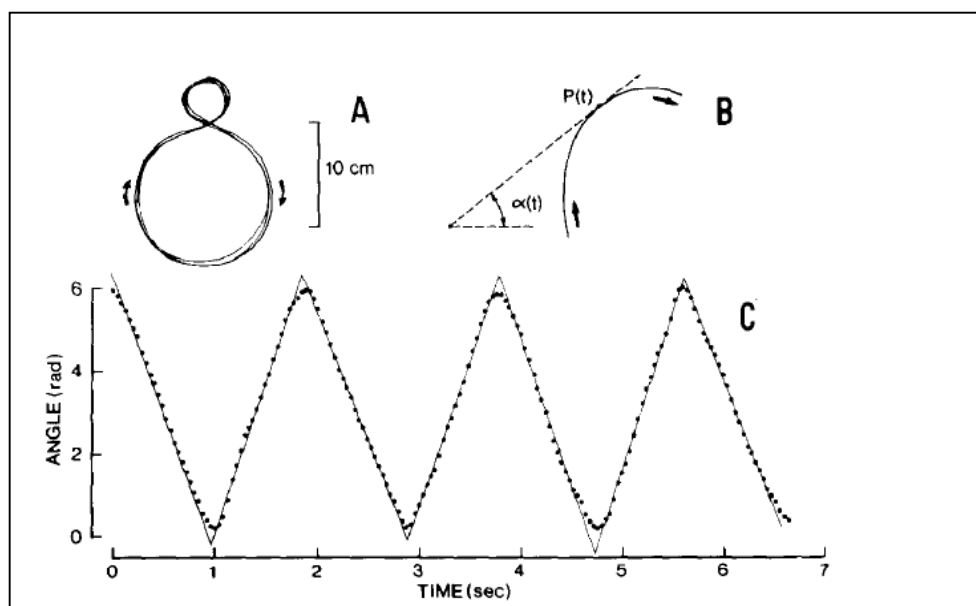


Figura 3. Tratto da: Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1983). *The law relating the kinematic and figural aspects of drawing movements*. Acta Psychologica, 54, pp. 115-130.

Un'altra osservazione che deriva dall'analisi dei dati è che, avendo disegnato lo stesso angolo di  $360^\circ$ , con velocità angolare costante sia per il cerchio superiore che inferiore, il tempo di realizzazione di ogni cerchio è lo stesso. Laquiniti, Terzuolo e Viviani riassumono questo principio in una definizione: Angoli uguali sono descritti in tempi uguali. Questo risultato è detto *Principio dell'Isogonia*<sup>33</sup>.

Il successo del principio dell'Isogonia per il disegno dell'otto è sorprendente in visione del fatto che esisterebbe un altro sistema di controllo del disegno, in quanto il tempo per disegnare ogni giro poteva essere ritenuto in funzione della lunghezza dell'arco, in questo caso il

<sup>33</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1983). *The law relating the kinematic and figural aspects of drawing movements*. Acta Psychologica, 54, pp. 115-130.

tempo per completare il giro superiore sarebbe dovuto essere più breve rispetto a quello necessario a completare il giro inferiore.

Il principio dell'Isogonia ci suggerisce due caratteristiche che potrebbero essere alla base del controllo del disegno:

1. Una curva continua come la figura dell'otto è segmentata in due componenti, ognuna delle quali è disegnata come una distinta unità o tratto. Le ricerche sulla scrittura a mano suggeriscono che le lettere sono prodotte come concatenazione di singoli segmenti. Modelli di successo sulla scrittura hanno preso spunto da questo approccio<sup>34</sup>.
2. Il timing di realizzazione è un elemento fondamentale nel processo del disegno, infatti nel realizzare la figura dell'otto, le due componenti della forma sono disegnata nello stesso ammontare di tempo.

Si può osservare un'altra importante regolarità nel disegno anche in un disegno irregolare come uno scarabocchio<sup>35</sup>.

Diagrammando la velocità angolare della penna in funzione del tempo essa risulta variare irregolarmente. Quando, invece, la velocità angolare della penna è messa in funzione della curvatura<sup>36</sup> del tratto che è stato disegnato, un modello ordinato emerge.

---

<sup>34</sup>Bullock, D., Grossberg, S., Mannes, C.(1993). *A neural network model for cursive script production*. Biological Cybernetics, 70, pp.15-28

<sup>35</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements*. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), *Preparatory state and processes*. pp.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

<sup>36</sup> Se pensiamo ad una generica linea immersa in un piano, la curvatura è intuitivamente la misura di quanto essa devia rispetto alla tangente. Inoltre ci accorgiamo immediatamente che

La relazione può essere identificata dalla seguente equazione:

$$A(t) = kC(t)^{2/3},$$

dove  $A(t)$  è la velocità angolare al tempo  $t$ ,  $k$  è una costante empirica, e  $C(t)$  è la curvatura al tempo  $t$ . Laquaniti, Terzuolo e Viviani chiamano questa funzione *La Legge di Potenza dei 2/3*<sup>37</sup>.

La legge dice che maggiore è la curvatura di un arco, maggiore sarà la velocità angolare della penna. La relazione tra la velocità angolare e la curvatura non è lineare.

Questo principio, però, non appare coerente con quello che è stato affermato nel Principio dell'Isogonia in quanto se la velocità angolare aumenta con la curvatura, l'anello superiore dell'otto verrà disegnato ad una velocità maggiore e, quindi, con un tempo minore rispetto all'anello inferiore.

---

si tratta di una proprietà locale e non globale. In altre parole, ha senso definire la curvatura in un punto, ma non significa nulla parlare di "curvatura di una linea". E' facile verificare che la retta, in base a questa definizione, ha curvatura nulla. Pensiamo ora alla linea curva più semplice: la circonferenza. La sua curvatura è costante per tutti i punti e vale  $k=1/R$ . Come era logico aspettarsi, quanto maggiore è il raggio, tanto minore sarà la curvatura della circonferenza; inoltre se consideriamo la retta come una circonferenza di raggio infinito, ritroviamo consistentemente che la sua curvatura è zero.

<sup>37</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements*. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), *Preparatory state and processes*. p.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.



Per il rispettare il Principio dell'Isogonia ci deve essere un fattore che limiti l'effetto della curvatura sulla velocità nella produzione di figure definite.

Nell'osservare la funzione vediamo la presenza della costante di proporzionalità  $k$ . Il principio dell'Isogonia è soddisfatto quando  $k$  aumenta con la lunghezza del tratto dell'arco.

Lo studio della costante empirica  $k$ , viene approfondito con l'analisi della funzione potenza dei  $2/3$  applicata alla forma della spirale. La scelta degli autori di studiare la spirale risiede nella caratteristica della forma, in quanto le braccia (spire) della spirale hanno differente lunghezza.

Il diagramma velocità angolare – curvatura elevata ai  $2/3$  mostra che durante il disegno della spirale, la velocità angolare della penna aumenta linearmente replicando quello che era stato osservato negli scarabocchi. In più si riconoscono distinte linee di velocità angolare per distinti archi di spirale, con la pendenza della linea che varia a seconda della lunghezza del giro che veniva disegnato. Così un singolo parametro di controllo, che corrisponde a  $k$ , varia con l'estensione lineare dell'arco che viene disegnato in modo che angoli uguali sono disegnati in tempi uguali, rispettando il principio dell'Isogonia.

Il fatto che le singole spire siano rappresentate come singoli segmenti di linee suggerisce che il disegno della spirale è ottenuto dividendo la spirale in una serie di tratti. In qualche modo, durante il disegno, si setta il guadagno del sistema del controllo manuale secondo la lunghezza del prossimo arco.

Questo risultato può essere preso in considerazione per supportare le ipotesi che i movimenti relativi alla produzione di forme grafiche sono discreti.

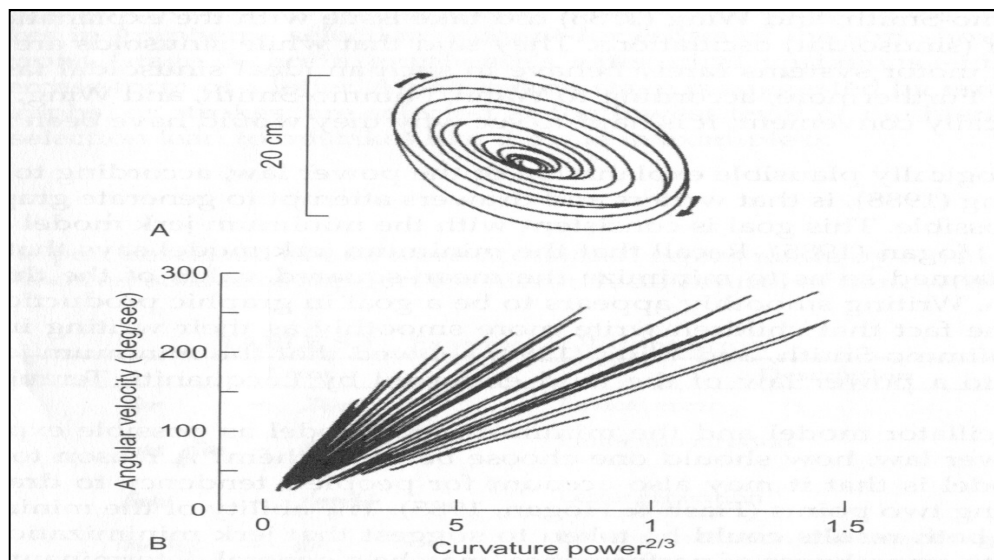


Figura 4. Tratto da Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements*. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), *Preparatory state and processes*. pp.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Per dimostrare i meccanismi di produzione che regolano la legge di potenza dei  $2/3$  si assimila il processo di realizzazione a un modello ingegneristico<sup>38</sup>. Infatti, il processo di esecuzione funzionerebbe come una coppia di oscillatori<sup>39</sup> indipendenti. Se l'output, l'uscita dell'oscillatore, è una sinusoide, la fase e la relativa ampiezza della

<sup>38</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements*. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), *Preparatory state and processes*. pp.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

<sup>39</sup> Un oscillatore è un circuito elettronico che genera forme d'onda di frequenza, forma e ampiezza di molteplici tipi senza un segnale di ingresso. Gli oscillatori armonici producono un segnale di andamento sinusoidale.

sinusoide può essere modulata per produrre curve di varia lunghezza e curvatura. Simulazioni hanno dimostrato che sistemi di coppie di oscillatori possono generare un largo range di figure, rendendo questa proposta attraente.

Diverse sono le critiche alla legge della potenza dei  $2/3$ , alcuni ricercatori non ritengono attendibile la misura dell'esponente  $2/3$  della velocità angolare<sup>40</sup> sia nel disegno che nella scrittura<sup>41</sup>. Le osservazioni non riguardano il fatto che la velocità angolare sia generalmente una funzione potenza della curvatura, più che altro si ritiene che la velocità angolare sia uguale alla curvatura elevata ad una generica potenza.

Altre critiche hanno riguardato il modello fisico del doppio oscillatore anche se matematicamente affascinante difficilmente un sistema motorio reale produrrebbe una sinusoide ideale<sup>42</sup>, ed è difficile comprendere perché in natura le sinusoidi dovrebbero essere favorite nella selezione.

Una spiegazione più plausibile dal punto di vista biologico della legge di potenza<sup>43</sup>, è che il disegno o la scrittura sono eseguite nella maniera

---

<sup>40</sup> Wann, J., Nimmo – Smith, I., Wing, A. (1988). *Relation between velocity and curvature in movement: equivalence and divergence between power law and minimum jerk model*. Journal of Experimental Psychology: Human Perception And Performance, 19, pp.13-17.

<sup>41</sup> Thomassen, A., J., Teulings, H.-L. (1985). *Time, size, and shape in handwriting: Exploring spatio – temporal relationship at different levels*. In J. A. Michon & J.B. Jacksono (Eds.) *Time, mind, and behavior*. pp.253-263. Berlin:Springer.

<sup>42</sup> Saltzman, E., Kelso, J., A., S. (1987). *Skilled action: a task dynamic approach*. Psychological Review, 94, pp.85-106.

<sup>43</sup> Wann, J., Nimmo – Smith, I., Wing, A. (1988). *Relation between velocity and curvature in movement: equivalence and divergence between power law and minimum jerk model*. Journal of Experimental Psychology: Human Perception And Performance, 19,p p.13-17.

più regolare possibile. Questo obiettivo è coerente con la teoria sul Minimum Jerk<sup>44</sup>, che afferma che le traiettorie sono pianificate così da minimizzare il valore quadratico medio della derivata terza dello spostamento. Scrivere *smoothly* sembra essere l'obiettivo nella produzione grafica come dimostrato dal fatto che i bambini tendono a scrivere più *smoothly* man mano che il disegno migliora<sup>45</sup>.

La ragione per preferire il modello del Minimum Jerk rispetto al modello degli oscillatori è che riesce a dare anche una spiegazione alla tendenza delle persone di disegnare linee dritte quando connettono due punti<sup>46</sup>. Inoltre risulta essere compatibile, anche, con la legge di potenza dei 2/3. La fondatezza del modello del Minimum Jerk suggerisce che esistono alcune costrizioni relative allo smoothness della performance che possono essere un elemento determinante nelle abilità di disegno e di scrittura.

Dall'altra parte, però, gli oscillatori sono conosciuti per essere sottostanti agli atti motori di base così come il camminare<sup>47</sup>, rendendo difficile la comprensione di quale gruppo di ricerca abbia ragione.

---

<sup>44</sup> Flash, T., Hogan, N. (1985). *The coordination of arm movements: An experimentally confirmed mathematical model*. The Journal of Neuroscience, 5, p.1669-1703

<sup>45</sup> Wann, J. (1987). *Trends in refinement and optimization of fine motor trajectories: observation from an analysis of the handwriting of primary school children*, Journal of Motor Behavior, 19, pp.13-17

<sup>46</sup> Flash, T., Hogan, N. (1985). *The coordination of arm movements: An experimentally confirmed mathematical model*. The Journal of Neuroscience, 5, pp.1669-1703

<sup>47</sup> Perry, J. (2005). *Analisi del Movimento*. Elsevier Editore.

I movimenti oscillatori sono sicuramente smooth, e anche modelli a tempo variabile che non sono perfettamente ciclici possono essere composti da oscillazioni.

#### **1.4. Evidenze sul Controllo Motorio della Scrittura: Il modello di Ellis**

Lo scrivere e il disegnare prevedono delle azioni molto simili. Partendo da questa considerazione è ragionevole pensare che siano gestiti in maniera simile dai sistemi di controllo motorio, e quindi essere entrambi gerarchicamente controllati.

Una influente fonte a supporto del controllo gerarchico della grafia viene dallo studio di Ellis<sup>48</sup>. In *the Slips of the Pen* sviluppa un elenco di errori ricorrenti verificando il materiale scritto che aveva prodotto in periodo di 18 mesi. Gli errori che Ellis registra sono:

- Sostituzione di una parola con un'altra, o di una lettera con un'altra.
- Ripetizione della stessa lettera,
- Errata scelta dell'allografo.
- Errori di esecuzione del tratto di scrittura.

Per dare rilievo a questi risultati, Ellis propone che la scrittura sia gerarchicamente strutturata in quattro fasi in cui sono scelte:

---

<sup>48</sup> Ellis, A. (1979). *Slips of the Pen. Visible Language*, 13, pp.265-282

1. Le Parole. Le Parole sono le prime entità selezionate nella prima fase del processo di programmazione. Errori in questa fase portano ad errori lessicali (scelta sbagliata della parola).
2. I Grafemi. I Grafemi sono le lettere dell'alfabeto. Un errore in questa fase determina una ripetizione della stessa lettera o una sostituzione con un'altra.
3. L'Allografo. Gli allografi sono le possibili categorie del grafema selezionato. Un errore nella scelta dell'allografo può determinare la scelta errata della forma maiuscola o minuscola di una lettera.
4. Grafo. Il Grafo è la lettera realizzata. Il grafo può risultare incomprensibile.

Gli errori elencati in precedenza sono prodotti in rare occasioni da soggetti neurologicamente sani.

Un'altra fonte di supporto per il controllo gerarchico della scrittura viene dai pazienti neurologici. Alcuni pazienti hanno difficoltà a scrivere, sebbene il loro controllo motorio, percettivo, e di linguaggio sia intatto. La loro sindrome è conosciuta come Disgrafia<sup>49</sup>. La Disgrafia avviene molto raramente senza altri problemi di natura neurologica.

La connessione di problemi di natura neurologica con la produzione del tratto grafico è stata oggetto di alcuni studi condotti su soggetti con danni al lobo parietale frontale destro. Questi soggetti non potevano

---

<sup>49</sup> Roeltigin, D.(1985) Agraphia. In K.M. Heilman & E. Valentin (Eds.), *Clinical neuropsychology* (Second Edition) (pp.75 -96). New York: Oxford University Press.

scrivere parole sotto dettatura<sup>50</sup>, ma riuscivano copiare le parole con modica abilità. La difficoltà di scrivere non era dovuta a difficoltà percettive, riuscivano a riconoscere le parole ragionevolmente bene, ma alla realizzazione dei tratti di scrittura. Gli errori che commettevano erano qualitativamente differenti da quelli esibiti da normali individui con un alterato feedback visuo - motorio<sup>51</sup>. Dato che i pazienti non mostravano difficoltà nel recuperare parole, grafemi, o allografici (i primi tre stage del modello di Ellis), i loro sintomi potevano essere ritenuti coerenti con l'ipotesi che avevano un problema esclusivamente con la produzione del tratto grafico.

In relazione a quanto detto sembra che ci sia un meccanismo di generazione dei tratti di scrittura che è separato dal meccanismo che governa la generazione delle parole, grafemi e allografici.

Viceversa sono stati riscontrati altri pazienti con differenti disturbi della scrittura che esibivano deficit limitati alla scelta delle parole, ai grafemi e agli allografi<sup>52</sup>. Nel caso in cui il problema è legato alla scelta del grafema<sup>53</sup>, si commettono frequenti errori di ortografia, sebbene il tratto di scrittura risulti normale e le parole scelte appropriate. Il deficit, in

---

<sup>50</sup> Margolin, D., I., Wing, A., M.(1983). *Agraphia and Micrographia. Clinical Manifestation of motor programming and performance disorder*. Acta Psychologica, 54, p.263 – 283.

<sup>51</sup> Smith, W, M., McCrary, J., M., Smith, K., U. (1960). *Delayed visual feedback and behavior*. Science, 132, pp.1013 – 1014.

<sup>52</sup> Roeltigin, D.(1985) Agraphia. In K.M. Heilman & E. Valenstin (Eds.), *Clinical neuropsychology* (Second Edition) (p.75 -96). New York: Oxford University Press.

<sup>53</sup> Miceli, G., Silveri, C., Caramazza, A. (1985). *Cognitive analysis of a case of pure dysgraphia*. Brain and Language, 25,pp.187-212

questo caso, è apparentemente localizzato nella fase della selezione del grafema<sup>54</sup>

#### 1.4.1. Selezione del Grafema e dell'Allografo

Altre evidenze sulla possibilità che esistano differenti fasi nel controllo della calligrafia provengono dalla misurare dei tempi di reazione della scrittura<sup>55</sup> in determinati tasks.

Si verifica infatti che il tempo di reazione nello scrivere due lettere abbinate è minore rispetto al tempo necessario a scrivere due che non lo sono. Questo risultato corrobora l'ipotesi che le persone durante la scrittura possano accedere a un programma di produzione di lettere (grafemi) prima di iniziare a scrivere. Apparentemente, è necessaria una minore pianificazione quando un singolo programma di produzione di lettere può essere eseguito due volte di seguito, che quando le due lettere devono essere preparate. Tale conclusione risulta importante in quanto la scelta del carattere rappresenta una fase, rilevante, del processo, fornendo un'evidenza sullo stage di selezione del grafema.

Simili considerazioni possono essere avanzate anche per quanto riguarda la fase di scelta dell'Allografo. Si dimostra infatti che i tempi di reazione nella produzione di una composizione di non parole sono

---

<sup>54</sup> Margolin, D., I.(1984). *The neuropsychology of writing and spelling: Semantic, phonological, motor, and perceptual processes*. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36A, pp.459 – 489.

<sup>55</sup> Teulings, H-L., Thomassen, A., J., Van Gallen, G., P. (1983). *Preparation of partly precued handwriting movements: The size of movements units in handwriting*. Acta Psychologic, 54, pp.165-177



minori quando si scrive due volte la stessa sequenza con dimensioni differenti rispetto a quando si deve scrivere due volte una sequenza composta da lettere differenti.

Il motivo per cui i tempi di reazione sono minori nella condizione di dimensioni differenti rispetto alla differenza di forma dipende dal fatto che la dimensione delle lettere può essere specificata dopo che il tipo di lettere è stato stabilito, mentre il caso della forma differente richiede al sistema di ridefinire le lettere che fanno parte della forma<sup>56</sup>. Tale ipotesi corrobora l'ipotesi del Modello di Ellis, ovvero che la selezione allografica segue la selezione del grafema.

### **1.5. Principi di base all'esecuzione della scrittura. Caratteristiche spazio temporali**

Consideriamo adesso quali sono i meccanismi che governano la dimensione del carattere. Alcuni autori ritengono che la dimensione della scrittura possa essere controllata dalla modulazione di un singolo parametro di controllo che fornisce la possibilità di ridurre o aumentare la dimensione<sup>57</sup>. È il caso della legge della potenza dei 2/3.

Un possibile meccanismo per questo fenomeno è che esista un orologio interno che dia il ritmo della performance della scrittura, influenzando

---

<sup>56</sup> Teulings, H-L., Thomassen, A., J., Van Gallen, G., P. (1983). *Preparation of partly precued handwriting movements: The size of movements units in handwriting*. Acta Psychologica, 54, pp.165-177

<sup>57</sup> Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements*. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), *Preparatory state and processes*. pp.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

la dimensione del tratto che viene prodotto. In accordo con questa ipotesi, la dimensione della scrittura dipende dalla velocità di produzione. Questo principio è chiamato del *rate scaling*<sup>58</sup>.

Si ipotizza, infatti, che la dimensione delle lettere aumenta in funzione del tempo di realizzazione.

In questo quadro è necessario ora comprendere se le variazioni di velocità sono responsabili anche alle piccole variazioni del carattere durante la scrittura.

Viviani e Terzuolo<sup>59</sup> suggeriscono che il cambiamento della velocità del tratto possa determinare spontanei cambiamenti nella dimensione dei caratteri. Dimostrano, infatti, che nella scrittura di una singola lettera assumono una notevole importanza due caratteristiche temporali. Il tempo relativo e assoluto di scrittura della lettera. Per tempo relativo si intende il rapporto tra i tempi di produzione dei singoli elementi che compongono la lettera. Il tempo relativo determina la specificità della lettera.

Per tempo assoluto si intende il tempo necessario alla produzione scritta della lettera. Il tempo assoluto di produzione è invece collegato con la differenza di grafia tra un soggetto e un altro<sup>60</sup>.

---

<sup>58</sup> Wing, A., M.(1980) *The long and short of timing in response sequences*. In G.E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*. p(p.469-486). Amsterdam: North – Holland.

<sup>59</sup> Viviani, P., Terzuolo, C. (1980) *Space – time invariance in learned motor skills*. In G.E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorial in motor behavior* (p.552-533). Amsterdam: North - Holland

<sup>60</sup> Nell'esperimento si chiedeva ai partecipanti di riprodurre più volte la lettera "a". Nell'esperimento viene considerata la velocità tangenziale della penna, nel diagramma finale

A conferma di questa ipotesi Vredenbregt e Koster nel 1971 costruiscono un dispositivo motorizzato in grado di riprodurre dei caratteri<sup>61</sup>. Il sistema disponeva di due coppie di motori. Una coppia produceva i movimenti verticali e l'altra i movimenti orizzontali. Per produrre lettere di differenti dimensioni e forma veniva modificato il lavoro che riuscivano a produrre i motori. La macchina non disponeva di altre forme di controllo. La variazione della forma delle lettere era prodotta modificando il tempo assoluto di produzione del tratto. La specificità della lettera era invece conservata dal mantenimento del tempo relativo dell'inversione direzionale della penna in movimento.

Il tempo di realizzazione di una lettera può dipendere anche da quale lettera precede e quale segue. Un soggetto tende a scrivere più velocemente quando ripete la stessa lettera per più volte che quando deve alternarla tra differenti lettere<sup>62</sup>. Come è stato già evidenziato, quando si ripete una stessa lettera viene pianificato il movimento utilizzando un singolo programma di cinematica e dinamica. Quando, invece, differenti lettere sono prodotte in alternanza, gli elementi di

---

vengono rappresentate e incolonnate le differenti velocità tangenziali, dalla esecuzione più veloce in alto a quella più lenta in basso.

Osservarono che era possibile congiungere con delle linee rette i punti in cui i diversi diagrammi della velocità tangenziale passavano da valori positivi a valori negativi e viceversa. Il fatto che linee rette potessero passare per questi punti significava che il rapporto tra la durata di due successivi tratti dentro ciascuna lettera era pressoché costante anche se il tempo assoluto della realizzazione era differente.

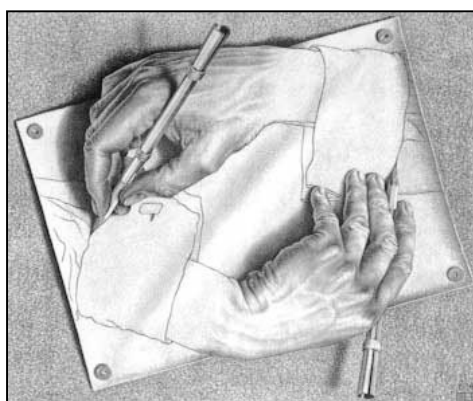
<sup>61</sup> Vredenbregt, J., Koster, W., G. (1971). *Analysis and synthesis of handwriting*. Philip Technical review, 32, p.73- 78.

<sup>62</sup> Greer, K.,L., Green, D., W. (1983). *Context and motor control in handwriting*. Acta Psychologica, 54, pp.205-215.

pianificazione del programma cambiano. Presumibilmente la seconda condizione determina un rallentamento della performance.

### 1.6. Le abilità motoria della mano nella scrittura e nel disegno

Uno degli argomenti più interessanti che riguardano lo studio del disegno e della scrittura, che è ancora oggetto attuale di analisi e di studio, riguarda la prevalenza dell'utilizzo della mano destra nello scrivere e disegnare. Una prima spiegazione è data dalle funzioni del sistema nervoso centrale. Infatti l'area che è



predisposta al controllo della mano destra è l'emisfero sinistro che è generalmente specializzato per il linguaggio. Poiché la scrittura è un'attività linguistica, la mano destra potrebbe essere specializzata per la scrittura in quanto controllata dall'emisfero "linguistico".

In alcuni individui questa generalizzazione non può essere applicata. Questa condizione è verificabile nei cosiddetti *Hooker*, o scrittori ad uncino. Gli hooker assumono nello scrivere una particolare postura, con l'articolazione del polso in flessione e impugnando la penna in modo che la punta sia rivolta verso la parte inferiore del foglio, in questa posizione la mano si trova al di sopra della linea di produzione della

scrittura<sup>63</sup>. È stato dimostrato che gli hooker possono avere le aree destinate al linguaggio e al controllo della mano centrate in differenti emisferi. Negli hooker, infatti, la funzione verbale è localizzata nell'emisfero dello stesso lato della mano con cui scrivono, mentre per coloro che scrivono con postura normale la funzione verbale è localizzato nell'emisfero contro laterale rispetto alla mano preferita per scrivere<sup>64</sup>. La mano ad uncino è rara nei destrorsi, ma si verifica in maniera abbastanza regolare nei mancini.

#### 1.6.1. La scelta della mano destra

Comprendere perché esiste una mano dominante, è una delle questioni centrali che riguardano il controllo motorio e in particolare i sistemi di controllo che gestiscono la scrittura. Una teoria che risponde in parte a questo quesito è la “Dynamic Dominance Hypothesis”<sup>65</sup>. Tale teoria afferma che esiste una differenza di specializzazione tra le due mani. Una mano è maggiormente specializzata per i movimenti e l'altra per la posizione. La particolarità di questa teoria sta nel fatto che tiene conto delle ragioni funzionali dello sviluppo della razza umana. L'uomo

---

<sup>63</sup> La più usale tecnica di scrittura prevede l'articolazione del polso in posizione neutra in cui la mano è tenuta al di sotto della linea di scrittura con la penna che punta verso la parte superiore del foglio.

<sup>64</sup> Levy, J., Reid, M., L. (1976). *Variation in writing posture and cerebral organization*. Science, 194,p.337-339.

<sup>65</sup> Sainburg, R.(2002). *Evidence for a Dynamic dominance Hypothesis of Handednes*. Experimental Brain Research, 142, pp. 241-258.

sapiens probabilmente beneficiava nell'averne una mano che riusciva ad afferrare un ramo d'albero, e l'altra più adatta ad alimentarsi.

I nostri antenati riuscivano a disegnare abilmente, ed è probabile che sia avvenuta una specializzazione di una mano per la realizzazione dei disegni. Il mantenimento di una mano dominante nel disegno potrebbe essere stato un prodotto di questo adattamento. L'ipotesi della dinamica dominante prevede che:

- allo sviluppo di speciali abilità di una mano coincide una diminuzione di altre abilità nella stessa mano.
- ci sia una reciprocità tra le due mani. Se una mano riesce ad eseguire in maniera adeguata i movimenti dinamici, non svolgerà altrettanto bene i compiti di posizione. Viceversa l'altra eseguirà in maniera adeguata i compiti di posizione e non così bene i compiti dinamici.

Le implicazioni della preferenza della mano nel disegno e nella scrittura è che il disegno e la scrittura beneficino dall'abilità di movimento piuttosto che di posizione.

Per questa ragione si ritiene che le persone preferiscano utilizzare la mano destra rispetto alla sinistra per scrivere e disegnare<sup>66</sup>.

---

<sup>66</sup> Oldfield, R., C. (1971). *The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory*, *Neuropsychologia*, 9, pp. 97 – 113.

## Capitolo 2

### I Disturbi Specifici dell'Apprendimento: la Disgrafia.

#### 2.1. I Disturbi Specifici dell'Apprendimento

La funzione motoria intesa come l'attitudine a compiere, controllare e coordinare i movimenti, può avere differenti funzioni e può fornire soprattutto nei soggetti più giovani una via differente di opportunità di apprendimento. L'idea di una dimensione corporea non più relegata a una dimensione fisica apre nuovi scenari in cui il corpo e l'azione divengono strumenti per avviare un processo formativo che coinvolga la totalità della persona nelle sue dimensioni, corporee, cognitive, affettive e relazionali<sup>67</sup>. Il modo in cui il soggetto, soprattutto in relazione alla giovane età, apprende nuove capacità motorie è strettamente legato alla maniera in cui esso stesso si rappresenta, si percepisce in relazione allo schema corporeo assunto e di come avverta il suo agire nell'ambiente in cui opera. La motricità diviene non solo una gestualità imitativa ma una azione in cui la prassia è il fondamento di una attività simbolica.

La complessa integrazione delle differenti vie motrici, dei sistemi di controllo del movimento e della percezione sensoriale sono elementi necessari all'esecuzione di una prassia. La mancata integrazione dello schema corporeo e la sua relazione con l'ambiente è spesso alla base delle difficoltà motorie che vengono riscontrate<sup>68</sup>.

---

<sup>67</sup> Sibilio, M. (2012). *Elements of complexity of motor assessment in a learning environment*. Giornale Italiano della Ricerca Educativa . V . 8 , pp.163-174.

<sup>68</sup> Marcelli, D. (2006). *Psicopatologia del bambino*. Milano: Masson, pp. 97 - 98.

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento<sup>69</sup> (DSA) sono problematiche relative all'apprendimento che si manifestano in presenza di normali capacità cognitive ed in assenza di patologie neurologiche e di deficit sensoriali. I DSA possono costituire una limitazione importante per alcune attività della vita quotidiana. Tali disturbi sono caratterizzati da un'alterazione di uno o più processi che sono implicati nella comprensione, realizzazione della scrittura e nelle capacità di calcolo, con conseguente difficoltà nella capacità di lettura, di scrittura e di calcolo.

Le problematiche di lettura e di scrittura vengono spesso attribuite a fattori ambientali o a disturbi psicopatologici, per queste ragioni spesso risulta tardiva la diagnosi di DSA nonostante la presenza di una accurata classificazione internazionale. Infatti la frequente coesistenza tra DSA e altri disturbi genera delle difficoltà che rendono più lunga e complessa la diagnosi, richiedendo un approccio multidimensionale e multiprofessionale sia sul piano teorico che sul piano clinico.

Sebbene il dispositivo diagnostico sia estremamente codificato, si è spesso in presenza di una scarsa omogeneità nei percorsi diagnostici, in quanto molte volte vengono strutturati rispetto a un'interpretazione soggettiva.

Un'altra difficoltà è rappresentata dalla rieducazione del DSA. Non esistono accordi specifici e unitari relativi agli interventi pedagogici,

---

<sup>69</sup> World Health Organization (1996) *Multiaxial Classification of Child and Adolescent Psychiatric Disorders: the ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders in Children and Adolescents*, Cambridge University Press. adeguata



molti modelli teorici non sono sufficientemente validati e ci sono ancora pochissimi dati sull'efficacia degli interventi attuati.

Un'attenta analisi dello stato dell'arte relativo al concetto di apprendimento risulta di fondamentale importanza per riuscire a strutturare una ricerca programmatica nell'ambito dei disturbi specifici dell'apprendimento scolastico.

## **2.2. Area medico-psicologica. Definizione e caratteristiche principali de Disturbi Specifici dell'Apprendimento**

Nel 1990 Donald Hammill<sup>70</sup> definiva le caratteristiche generali delle “Learning Disability” facendo riferimento al lavoro compiuto da numerose associazioni di ricerca che avevano come oggetto del loro studio le difficoltà di apprendimento. I disturbi dell'Apprendimento o “Learning Disability”(LD) fanno riferimento a un serie di deficit che determinano importanti limitazioni nelle abilità di ascolto, nell'espressione orale, nella lettura, nel ragionamento e nella matematica. Queste limitazioni possono essere causate da anomalie del

---

<sup>70</sup> Donald Hamill consegue nel 1963 il dottorato di ricerca in psicologia educativa e pedagogia speciale presso l'Università del Texas a Austin. Fino al 1963 matura esperienze come insegnante e logopedista nelle scuole pubbliche del Corpus Christi (Texas) e del Deer Park (Texas). Consegue nel 1963 un certificato di idoneità clinica del American Speech and Hearing Association. Dal 1963 al 1965, gli viene assegnata una cattedra assistente di ricerca presso l'Istituto di Logopedia alla Wichita State University in Kansas, dove studia i problemi linguistici dei bambini con danni cerebrali. Nel 1965 diviene professore ordinario di pedagogia speciale presso la Temple University di Philadelphia..Si dimette dall'incarico nel 1972, per ritornare a casa in Texas. Nel 1977, Donald fonda la PRO-ED, una casa editrice internazionale, e dove ricopre il ruolo di presidente

sistema nervoso centrale. Le LD possono presentarsi, quindi, anche in presenza di altre disabilità o di cause esterne, come fenomeni culturali e d'istruzione, ma non sono il risultato di quelle condizioni o influenze<sup>71</sup>. In questa ottica il termine LD racchiude in se una varietà molteplice di deficit relativi allo *cognitive e learning development* che non sono da afferire in prima ipotesi a elementi di handicap mentale grave<sup>72</sup>. Il termine “Disturbo Specifico dell'Apprendimento” si riferisce a elementi oggettivi e valutabili, attribuibili a una precisa classe diagnostica sia dal punto di vista clinico che scientifico, differenziandosi dal termine “difficoltà di apprendimento” che è riferibile ad altre problematiche che si potrebbero manifestare in ambito scolastico.

### 2.2.1. La Consensus Conference

Nel 2006 viene indetta dalle maggiori associazioni italiane di professionisti (ACP, AFNOO, AIOraO, AIRIPA, AITA, ANUPI, FLI SINPIA, SSLI, SIAF, AID), che si occupano di disturbi dell'apprendimento, la Consensus Conference<sup>73</sup> che ha come obiettivo

---

<sup>71</sup> Hammill, D.,D. (1990). *On defining learning disabilities: an emerging consensus*. Journal of Learning Disabilities, 23, pp. 74-84.

<sup>72</sup> Cornoldi, C. (2007). *Difficoltà e Disturbi dell'Apprendimento*. Bologna: Il Mulino

<sup>73</sup> La *Consensus Conference* sui Disturbi Specifici dell'Apprendimento è un evento promosso dall'Associazione Italiana Dislessia al fine di definire standard clinici condivisi per la diagnosi e la riabilitazione di tali disturbi. La Consensus ha cominciato i lavori nel 2006 insieme a tutte le Associazioni che si interessano di DSA. Il risultato è stato una serie di

di arrivare a definire dei principi sui DSA che risultassero condivisibili tra professionisti e specialisti di diversa formazione. Il risultato finale di questo confronto sono le “Raccomandazioni per la pratica clinica sui disturbi specifici dell'apprendimento” pubblicate, per la prima volta a fine gennaio 2007 e successivamente rivisto ed divulgate dall'Associazione Italiana Dislessia (AID)<sup>74</sup>.

Questo documento rappresenta ad oggi il riferimento nazionale per i DSA, ed è stato redatto sulla base di esperienze condivise tra gli esperti di settori differenti e dei dati scientifici che sono attualmente a disposizione.

Il testo parte dalla definizione comune dei Disturbi Evolutivi Specifici dell'Apprendimento, riferita ai soli disturbi delle abilità scolastiche, e individua i criteri diagnostici, l'eziologia, le procedure d'indagine, i segni precoci, l'evoluzione e la prognosi dei DSA.

Il gruppo di lavoro della Consensus Conference ha cercato di porre soluzioni a tali problemi e ha tentato di indicare quali siano strade da percorrere.

Il documento finale, nella prima parte del testo, definisce chiaramente la caratteristica di “Specificità” del DSA riferendolo in maniera significativa a delle specifiche abilità e rimarcando l'assoluta funzionalità intellettiva generale.

---

*raccomandazioni per la pratica clinica* (Linee Guida) pubblicate nel libro *Disturbi Evolutivi Specifici di Apprendimento*.

<sup>74</sup>Associazione italiana dislessia. (2009). *Disturbi evolutivi specifici di apprendimento. Raccomandazioni per la pratica clinica di dislessia, disortografia, disgrafia e discalculia*. Trento: Erickson, pp. 7 – 9.

Il termine “Discrepanza” diviene il principale fattore a cui deve fare riferimento il dispositivo diagnostico, tenendo in considerazione le possibili differenze tra l'intelligenza generale del discente relazionata all'età cronologica del soggetto e le abilità nella classe di interesse.

Il gruppo di lavoro della Consensus Conference ha definito le modalità di come applicare il dispositivo della “Discrepanza” sia dal punto concettuale che operativo, sottolineando l'esigenza di adoperare test standardizzati rivolti sia a misurare dell'intelligenza generale che dell'abilità specifica.

Di fianco al principio della discrepanza vengono definiti due parametri discriminativi:

- La performance relativa all'abilità considerata deve essere minore a -2 la Deviazioni Standard (Ds) rispetto ai valori normativi delle classi di normalità riferiti all'età o la classe frequentata nel caso non coincida con l'età;
- Il Quoziente Intellettivo non deve risultare minore a -1 Ds rispetto ai valori medi attesi per l'età.

Un altro elemento discriminante nella diagnosi del DSA è il “Criterio di Esclusione”. Tale criterio porta in evidenza l'opportunità di escludere l'esistenza di altri deficit fisici, psichici e sociali che possano contaminare il risultato dei test. Risulta possibile, infatti, trovarsi di fronte a falsi positivi o a falsi negativi in presenza di situazioni etnico-culturali particolari, derivanti ad esempio da immigrazione o di appartenenza ad un particolare gruppo etnico o d'adozione.

I disturbi specifici dell'apprendimento rientrano nei disturbi evolutivi dell'infanzia e si rivelano in maniera differente nelle diverse fasi

evolutive dell'abilità che coinvolgono. Inoltre, il carattere neurobiologico delle anomalie processuali che caratterizzano i DSA interagisce attivamente, da un lato, nel determinare la comparsa del disturbo, dall'altro, con i fattori ambientali.

Si ritiene che i DSA si mostrino come un'atipia dello sviluppo, e che siano modificabili attraverso interventi mirati. Il discente ha la possibilità di poter centrare gli obiettivi di apprendimento previsti, nel momento in cui si creano le condizioni per attenuare e/o compensare il disturbo. Le strategie didattiche volte a strutturare dei percorsi di apprendimento idonei porta gli alunni con DSA a sviluppare specifici stili di apprendimento, compensanti le difficoltà che derivano dal disturbo.

In questa ottica è fondamentale tenere in considerazione che il DSA diviene non solo una barriera nel processo di apprendimento ma determina fattori che risultano essere problematici sia per l'adattamento scolastico che per le attività della vita quotidiana. I DSA fanno parte dei Disturbi Specifici dello Sviluppo, e non è raro vedere coesistere entrambe le problematiche.

I disturbi dell'apprendimento, generalmente, si caratterizzano la comorbilità cioè la frequente associazione con altri DSA o con un disturbo specifico dello sviluppo.

Non esistono ad ora ricerche condotte sul nostro territorio che abbiano posto come obiettivo del loro studio il fenomeno della comorbilità. Per avere dei dati di riferimento ci dobbiamo rivolgere a studi condotti in altri paesi che hanno individuato degli indici di comorbilità tra dislessia e discalculia che si aggira intorno al 12 e 25% e se oltre al DSA si

considera anche il Disturbo di Attenzione/Iperattività (ADHD ) il dato cresce fino al 27%. Troviamo valori prossimi al 30% di comorbilità con il Disturbo della Coordinazione Motoria che comprende la disgrafia evolutiva.

In conclusione l'Associazione Italiana Dislessia afferma che la difficoltà di lettura si associa a difficoltà:

- nella scrittura come la disortografia nel 60% dei casi;
- nella scrittura con la disgrafia nel 43% dei casi;
- nel calcolo nel 44% dei casi<sup>75</sup>.

La comorbilità tende a rendere la situazione clinica del soggetto più complessa e il piano di trattamento più delicato e spesso con prognosi meno favorevole. Nel caso in cui il disturbo sia dovuto a ragioni cliniche è necessario prevedere l'intervento di figure specializzate in ambito neuropsichiatrico e psicologico per definire un dispositivo più complesso di intervento.<sup>76</sup>

Una modalità di intervento risiede nella possibilità di agire sulle difficoltà scolastiche favorendo la piena integrazione sia nella scuola che nella famiglia. Si può ottenere in questo modo un adeguato livello di adattamento sociale mettendo rimedio al possibile atteggiamento di chiusura depressiva o di opposizione del bambino

In età prescolare possono essere identificati come sintomo di DSA i disturbi del linguaggio, dell'attenzione e della concentrazione, e carenze nell'abilità grafo-spaziali e prassiche.

---

<sup>75</sup> Stella, G. (2004). La dislessia. Bologna: Il Mulino.

<sup>76</sup> Fundarò, C. (2007). La pediatria entra in classe. Milano: Vita e pensiero.

Sul controllo dell'evoluzione di tali disturbi bisogna tenere conto di alcuni elementi che risultano essere di fondamentale importanza come la tempestività della diagnosi e dell'intervento riabilitativo, l'identificazione del grado di difficoltà del discente, la pervasività cioè il grado di compromissione delle aree di lettura, scrittura e calcolo e il tipo di *compliance* ambientale e di adattamento sociale.

### 2.2.2. Sistemi di Classificazione Internazionale

I sistemi nosografici utilizzati in ambito specialistico sono uno strumento di comunicazione che serve ai ricercatori, ai clinici e ai politici per riferirsi alla stessa *cosa*<sup>77</sup>. Questo linguaggio comune è funzionale alla comunicazione fra esperti dello stesso ambito scientifico per rendere più facile la comprensione dell'elemento di interesse, ma si tratta di un sistema frutto di una convenzione fra le parti. La descrizione del disturbo dell'apprendimento fa riferimento a due grandi sistemi di classificazione, il DSM-IV<sup>78</sup> e l'ICD-10<sup>79</sup>

---

<sup>77</sup> Rutter M. (2011). *Research Review: Child psychiatric diagnosis and classification: concepts, findings, challenges and potential*, Journal of Child Psychology and Psychiatry, 52:6, pp 647–660.

<sup>78</sup> American Psychiatry Association (2000) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (IV edition) Text Revision, Washington DC.

<sup>79</sup> World Health Organization (1996) *Multiaxial Classification of Child and Adolescent Psychiatric Disorders: the ICD- 10 Classification of Mental and Behavioural Disorders in Children and Adolescents*, Cambridge University Press.

Il DSM-IV è un sistema classificatorio dei Disturbi Mentali e definisce quali sono i quadri sintomatologici riuniti su basi statistiche. I DSA sono collocati tra i Disturbi dell'Infanzia e dell'Adolescenza.

L'ICD-10 rappresenta il decimo riesame della classificazione internazionale delle malattie e dei problemi correlati, proposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). I DSA sono collocati nel quinto capitolo che tratta le Patologie Mentali e del Comportamento.

Questi sistemi di classificazione sono il risultato di confronti internazionali che periodicamente conducono a dei cambiamenti degli aspetti culturali e metodologici da cui prendono origine le stesse classificazioni.

Entro la fine dell'anno 2013 sono previsti gli aggiornamenti sia del DSM (DSM-V) che dell'ICD (ICD-11).

La prima fase della riorganizzazione ha riguardato il confronto tra l'American Psychiatry Association (APA) e il National Institute of Mental Health (NIMH).

Il confronto si è organizzato sui seguenti temi emersi negli ultimi 30 anni:

- definizione di disturbo mentale;
- le potenzialità ed i limiti di una valutazione dimensionale;
- la separazione della valutazione del deficit da quello diagnostico;
- le caratteristiche del disturbo nelle diverse fasi della vita, per genere e cultura della società;



- la necessità di incorporare nella diagnosi le nuove conoscenze in fisiopatologia, genetica, farmaco genetica, diagnostica per immagine strutturale e funzionale, neuropsicologia.

In relazione alla problematica dei DSA viene maggiormente approfondito il concetto di raggruppamento dei disturbi, connettendo gli approcci classificativi categoriali con gli approcci anche di tipo dimensionale che definiscono gli aspetti comuni e trasversali.

Ad oggi vengono definiti 5 raggruppamenti:

- 1) Neurocognitivo.
- 2) Disordini dello sviluppo neurologico.
- 3) Psicosi.
- 4) Psicosomatici
- 5) *Externalizing Disorders*.

I DSA rientreranno nel secondo raggruppamento, ovvero nei disturbi del neurosviluppo insieme ai disturbi dello sviluppo intellettuale, ai disturbi della comunicazione, all'autismo, alla sindrome da deficit di attenzione e iperattività e ai disturbi motori.

I DSA vengono classificati insieme a questi disturbi perché hanno in comune la possibilità di riconoscimento precoce, la persistenza del disturbo nel tempo o nell'arco della vita, la base neurobiologica (genetica), la dimensione cognitiva e la frequente comorbilità.

### **2.3. Area Tecnico Legislativa. Legge 8 ottobre 2010 , n. 170. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico**

La legge 8 ottobre 2010, n. 170<sup>80</sup>, riconosce la dislessia, la disortografia, la disgrafia e la discalculia come Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA). La legge è indirizzata al raggiungimento del successo formativo degli alunni e studenti DSA ed assegna al sistema nazionale di istruzione e agli atenei il compito di individuare le strategie didattiche e i dispositivi di valutazione più adeguati.

La tipologia di azioni per l'esercizio del diritto allo studio previsto dalla legge si concentra sulla didattica individualizzata e personalizzata, sull'utilizzo di strumenti compensativi, sulle misure dispensative e su adeguate forme di verifica e valutazione.

La legge in questo modo determina una tipo di intervento diverso da quello previsto dalla legge 104/1992<sup>81</sup> con un canale di tutela del diritto allo studio, rivolto specificamente agli alunni con DSA.

La legge n. 170/2010 offre la possibilità di affrontare una importante riflessione culturale e professionale sul significato della funzione del docente. La scuola è sollecitata nel quadro di flessibilità e di autonomia

---

<sup>80</sup> Legge n. 170 del 8 ottobre 2010. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico (GU n. 244 del 18-10-2010).

<sup>81</sup> Legge 5, n. 104 Febbraio 1992. Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate (in GU del 17 febbraio 1992, n. 39)

introdotto dalla legge 59/99<sup>82</sup> a porre al centro delle proprie attività e della propria cura la persona, sulla base dei principi sanciti dalla legge 53/2003<sup>83</sup> e dai successivi decreti applicativi.

Il dispositivo oltre ai prioritari interventi di didattica individualizzata e personalizzata, prevede anche l'utilizzo di specifici strumenti e misure per consentire agli studenti con DSA di raggiungere gli obiettivi di apprendimento. Alcune indicazioni presenti nelle linee guida sono elaborate sulla base delle recenti ricerche scientifiche sull'argomento con la finalità di:

- realizzare interventi didattici individualizzati e personalizzati;
- utilizzare gli strumenti compensativi;
- applicare le misure dispensative.

Indicando il livello di prestazione necessario alle Istituzioni Scolastiche e agli Atenei allo scopo di garantire il diritto allo studio dei DSA.

Il documento allarga alcuni concetti pedagogico - didattici connessi ai DSA e chiarisce le modalità di valutazione. Una parte del testo è indirizzato alle mansioni e ai ruoli che devono assumere i diversi attori coinvolti nel processo di inclusione degli alunni e degli studenti con DSA, in particolare a:

- uffici scolastici regionali,
- istituzioni scolastiche (dirigenti, docenti, alunni e studenti),
- famiglie, atenei.

---

<sup>82</sup> D.P.R. 8 marzo 1999, n. 275. Regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, ai sensi dell'art. 21 della legge 15 marzo 1997, n. 59

<sup>83</sup> Legge 28 marzo 2003, n. 5. "Delega al Governo per la definizione delle norme generali sull'istruzione e dei livelli essenziali delle prestazioni in materia di istruzione e formazione professionale" (GU n. 77 del 2 Aprile 2003)

La parte finale del documento è dedicato alla formazione, indicando gli strumenti messi a disposizione dal Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca (MIUR) per l'approfondimento e il costante aggiornamento sulle tematiche inerenti ai DSA a fronte anche delle novità provenienti dall'evolvere della ricerca scientifica<sup>84</sup>.

#### **2.4. Area Pedagogica - Psicopedagogica. Linee guida per il diritto allo studio degli studenti con disturbi specifici di apprendimento**

IL 12 luglio 2011 viene emanato il Decreto del Ministro dell'Istruzione D.M. MIUR 12.07.2011, prot. n. 5669 al fine di garantire il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con DSA. Con l'entrata in vigore di questo decreto non sono rese più applicabili le disposizioni impartite con la Circolare ministeriale n.28 del 15 marzo 2007 e con la Nota ministeriale n. 4674 del 10 maggio 2007.

Il decreto e le allegate *Linee guida* indicano le azioni didattiche individualizzate e personalizzate per gli studenti con DSA e, in particolare, individuano:

---

<sup>84</sup> Sul sito Internet Del MIUR, presso l'indirizzo internet:

<http://www.istruzione.it/web/istruzione/dsa>

è possibile visionare schede di approfondimento, costantemente aggiornate, relative alla dislessia, alla disortografia e disgrafia, alla discalculia, alla documentazione degli interventi didattici attivati dalla scuola (come per esempio il Piano Didattico Personalizzato) e alle varie questioni inerenti i DSA che si porranno con l'evolvere della ricerca scientifica

- misure educative e didattiche di supporto, utili a sostenere il corretto processo di insegnamento/apprendimento: strumenti compensativi e misure dispensative;
- forme di verifica e di valutazione di tali studenti;
- modalità di formazione dei docenti e dei dirigenti scolastici.

#### 2.4.1. Classificazione dei DSA

Nelle linee guida vengono indicate le caratteristiche dei DSA in base ai specifici disturbi e le aree della abilità dell'apprendimento scolastico che possono interessare, assumendo una specifica denominazione:

- dislessia: disturbo specifico della lettura di lettere, parole e brani. Si evidenzia con una minore correttezza e rapidità della lettura a voce alta rispetto a quanto atteso per età, classe frequentata, istruzione ricevuta;
- disgrafia: è caratterizzata da una minore fluidità e qualità delle caratteristiche grafiche della scrittura;
- disortografia: disordine di ortografico del testo scritto;
- discalculia: disturbo specifico delle abilità di calcolo.

Il fenomeno che vede più disturbi coesistere in una stessa persona si definisce "comorbilità". Nelle linee guida si fa riferimento di come il DSA possa presentare altri disturbi dello sviluppo (di linguaggio, di coordinazione motoria, dell'attenzione), e disturbi emotivi e del comportamento.

Le linee guida pongono l'accento sul problema dell'individuazione del DSA, sottolineando la necessità di effettuare l'attività tesa al

riconoscimento del possibile DSA in tutti gli ordini e gradi di scuola. Infatti è usuale che molti ragazzi con DSA non vengono riconosciuti nei primi anni di scuola, evidenziando le loro difficoltà solo quando il carico didattico aumenta.

#### 2.4.2. Individuazione del DSA. L'importanza dell'Osservazione

L'osservazione delle prestazioni almeno in una prima fase è fondamentale. L'osservazione deve essere tesa alla individuazione delle prestazioni atipiche riguardanti le aree di lettura, scrittura e calcolo. Nel caso di riconoscimento di atipie, il docente deve intervenire modificando la progettazione delle attività didattiche. Se l'atipia permane, anche a seguito di tali interventi, sarà necessario informare la famiglia di quanto riscontrato, consigliando i familiari a ricorrere ad uno specialista per accertare la presenza o meno di un Disturbo Specifico di Apprendimento. Al bambino con DSA deve essere garantito un apporto specialistico, interventi diagnostici e terapeutici attuati da psicologi, logopedisti e neuropsichiatri. Tale attività può essere svolta in sinergia, se è richiesto, con il personale della scuola. Infatti le competenze psicopedagogiche<sup>85</sup> dei docenti 'curriculari'

---

<sup>85</sup> È appena il caso di ricordare che nel profilo professionale del docente sono ricomprese, oltre alle competenze disciplinari, anche competenze psicopedagogiche. Gli strumenti metodologici per interventi di carattere didattico fanno parte, infatti, dello "strumentario" di base che è patrimonio di conoscenza e di abilità di ciascun docente. Tuttavia, è pur vero che la competenza psicopedagogica, in tal caso, deve poter essere aggiornata e approfondita in Corsi di Formazione. (Linee Guida, pp.9)

devono emergere per affrontare il percorso di rieducazione, che non può più essere pensato come esclusivo di specialisti esterni.

#### 2.4.3. Il Ruolo della Didattica

L'alunno con DSA che è nelle condizioni di attenuare il disturbo può raggiungere gli obiettivi di apprendimento previsti.

La Legge 170/2010 dispone che le istituzioni scolastiche assicurino l'uso di una didattica individualizzata e personalizzata, adottando le adeguate metodologie e una strategia educative. La didattica assume un ruolo centrale per il raggiungimento degli obiettivi formativi degli studenti con DSA.

La Didattica individualizzata deve essere organizzata in modo da garantire un lavoro che risulti calibrato sul singolo, anche se strutturato all'interno di obiettivi comuni al gruppo classe, programmando strategie e metodologie differenti secondo le caratteristiche degli alunni. Devono essere previste nella programmazione l'utilizzo di strategie compensative e di attività di recupero individuale, in classe o a casa, tese a migliorare determinate abilità o per acquisire specifiche competenze.

La didattica personalizzata è rivolta ad un particolare alunno, in considerazione dei suoi bisogni educativi, dei suoi "punti di forza" e delle sue preferenze individuali. Gli obiettivi sono strutturati in maniera differente per ogni alunno, nel quadro di uno sviluppo delle potenzialità di apprendimento. Gli interventi devono essere programmati in base ai livelli raggiunti, utilizzando metodologie e strategie didattiche varie .

L'attività didattica, quindi, può prevedere una parte di lavoro comune alla classe e una parte di didattica individualizzata rispondente ai bisogni specifici dei singoli, tenendo conto dei bisogno individuali.

Le legge prevede lo sviluppo di un Piano didattico personalizzato e di una documentazione del percorso didattico dell'alunno.

Nel piano didattico personalizzato sono chiarite le attività previste nel programma di recupero individualizzato, le modalità didattiche personalizzate, gli strumenti compensativi e le misure dispensative. Il piano didattico personalizzato deve essere formalizzato dalle istituzioni scolastiche. A tal fine, nel primo trimestre viene organizzata una scheda in cui sono evidenziati il disturbo, le strategie didattiche e gli strumenti previsti.

Gli obiettivi da raggiungere tramite le strategie didattiche individualizzate e personalizzate per l'alunno con DSA vengono stabilite sulla base del livello e delle modalità di apprendimento. Gli obiettivi devono essere compresi comunque all'interno delle indicazioni curriculari nazionali. Sulla base di tale documentazione vengono predisposte le modalità delle prove e delle verifiche in corso d'anno o a fine ciclo.



#### 2.4.4. Strumenti Compensativi e Misure Dispensative

Le istituzioni scolastiche hanno l'obbligo di introdurre gli strumenti compensativi e di dispensare da alcune prestazioni "non essenziali ai fini della qualità dei concetti da apprendere" gli alunni con DSA.

Gli strumenti compensativi sono dispositivi alternativi didattici e tecnologici che facilitano la performance richiesta nell'abilità deficitaria, ma non rendono l'attività più semplice dal punto di vista cognitivo.

Le misure dispensative sono interventi che permettono all'alunno di non compiere prestazioni che possono risultare difficoltose a causa del deficit e che non migliorano l'apprendimento.

La misura dispensativa non deve prevedere una riduzione degli obiettivi di apprendimento

##### 2.4.4.1. Strumenti e misure per il Disturbo della Lettura

Gli strumenti compensativi che devono essere utilizzati primariamente in presenza di deficit della lettura trasformano un compito di lettura in un'attività di ascolto e sono:

- presenza di una persona che supporti nella lettura l'attività di classe del discente;
- software di sintesi vocale per una maggiore autonomia;
- audio lezioni;
- strumenti di tipo digitale come libri o vocabolari digitali;

- impiego di mappe concettuali, di schemi, e di altri mediatori didattici che riescono a facilitare la comprensione, semplificare la memorizzazione e/o la gestione delle informazioni.

L'insegnante deve insegnare allo studente strategie e modalità che gli consentano di cogliere il senso generale del testo.

Lo studente con dislessia deve essere dispensato:

- dalla lettura a voce alta in classe;
- dalla lettura di brani la cui lunghezza non sia compatibile con il suo livello di abilità;
- da tutte quelle attività che pongono al centro della valutazione la lettura.

La verifica e valutazione dell'alunno con dislessia può usufruire di tempi aggiuntivi per il completamento delle prove o di verifiche con minori richieste. Nelle prove orali e in ordine alle modalità di interrogazione bisognerà tenere presente nella valutazione delle capacità lessicali ed espressive proprie dello studente.

#### 2.4.4.2. Strumenti e misure per il Disturbo della Scrittura

Gli strumenti compensativi che devono essere utilizzati primariamente in presenza di deficit della scrittura sono:

- computer con software di correzione ortografica e sintesi vocale per la rilettura;
- registratore digitale e software di riconoscimento vocale.

Allo studente con deficit della scrittura devono essere favorite le seguenti misure dispensative:

- la correttezza del tratto grafico non deve rientrare nei parametri di valutazione. La prova scritta può essere integrata con una prova orale attinente ai medesimi contenuti;
- tempi più lunghi per le verifiche scritte o a una quantità minore di esercizi.

La valutazione riguarderà soprattutto il contenuto disciplinare piuttosto che la forma ortografica e sintattica.

#### 2.4.4.3. Strumenti e misure per il Disturbo della Discalculia

L'attività didattica per gli alunni con deficit riguardanti la funzione di calcolo deve essere almeno in parte individualizzata anche se in contesto di classe.

Il docente deve aiutare, almeno in fase preliminare, l'alunno a superare il senso d'inadeguatezza guidandolo nella conoscenza della propria competenza.

La attività del docente dovrà essere rivolta alla comprensione dei processi cognitivi che sottendono all'errore stesso. Tale indagine dovrà essere mirata all'individuazione delle strategie più idonee al potenziamento dei processi cognitivi necessari. Gli strumenti compensativi (la calcolatrice, la tabella pitagorica, il formulario personalizzato) sono da considerare come un supporto e non come misure di potenziamento, in quanto riducono il carico ma non aumentano le competenze.

Le problematiche psicologiche che si possono verificare nell'alunno con DSA per l'utilizzo degli strumenti compensativi e delle misure

dispensative necessitano di un approccio attento da parte dell'insegnante, in quanto alcune facilitazioni, ai compagni di classe, potranno risultare incomprensibili. Il coordinatore di classe, ricevuto il parere favorevole dalla famiglia dell'alunno, potrà sensibilizzare gli altri alunni sulle ragioni dell'applicazione degli strumenti e delle misure citate.

Le Commissioni degli esami di Stato, infine, devono tenere presente in maniera opportuna delle specifiche situazioni soggettive, le modalità didattiche e le forme di valutazione individuate nell'ambito dei percorsi didattici individualizzati e personalizzati.

Sulla base del deficit specifico, anche in sede di esami di Stato, le Commissioni possono riservare ai candidati tempi più lunghi di quelli ordinari, fornire gli idonei strumenti compensativi e valutare più i contenuti che la forma, sia nelle prove scritte e sia in fase di colloquio.

## **2.5. Processi che Regolano la Scrittura Manuale**

La scrittura necessita una notevole maturazione neuro-motoria, condizionata a sua volta dall'evoluzione percettivo - motoria<sup>86</sup>, dagli elementi ambientali e da aspetti intellettivi ed affettivi<sup>87</sup>. Il percorso evolutivo prevede un serie di tappe diverse scandite da ritmi differenti che varia a seconda del soggetto e raggiunge il suo compimento intorno ai 14 anni di età. In parallelo si deve avere un adeguato sviluppo della

---

<sup>86</sup> De Ajuriaguerra, J.(1971) *L'écriture de l'enfant*. Delachaux & Niestlé..

<sup>87</sup> Venturelli, A. (2004). *Dal gesto alla scrittura*. Mursia, Milano

motricità fine responsabile della coordinazione dei movimenti digitali e dei movimenti di piccola progressione del polso.

Il conseguimento della fase automatizzazione della scrittura prosegue fino alla quinta elementare, quando il tratto grafico diviene stabile. Durante l'adolescenza avviene la personalizzazione dello stile. Tra il 10 e il 30% dei bambini riscontreranno delle difficoltà in questo percorso evolutivo.

Le ricerche condotte sui bambini prescolarizzati, in relazione ad attività di copia di forme elementari, ha messo in evidenza l'importanza delle componenti visuo - motorie . Si ritiene che il processo di copia non sia parte del processo di scrittura in quanto esclude la fase di recupero dell'allografo nel processo di elaborazione del compito motorio coinvolgendo in massima parte le prassie costruttive.

Verso il secondo anno il bambino comincia a capire l'uso funzionale degli oggetti e vi si inizia a relazionare, costruisce sequenze di azioni e gli associa un significato. In questa fase ha inizio la prima attività simbolica. La funzione di ciascuna delle due mani è definita lungo il terzo anno di vita quando le abilità manipolatorie tenderanno ad affinarsi, fino ad acquisire i movimenti intrinseci nell'esplorazione ed uso di oggetti tipiche dell'adulto<sup>88</sup>. Un ruolo fondamentale viene assunto dalle abilità manipolatorie in età prescolare che diventano uno strumento per la vita sociale e di relazione del bambino<sup>89</sup>, sia per

---

<sup>88</sup> Elliott, J., M, Connolly K., J.,(1984) *A classification of manipulative hand movements*. Dev Med Child Neurol. Jun;26(3):283-96.

<sup>89</sup> Fedrizzi, E. (2004)*I disordini dello sviluppo motorio*. Piccin ed. Padova

l'autonomia durante la vita quotidiana, sia per le attività di tipo grafico ed espressivo.

A circa diciotto mesi il bimbo riesce a disegnare una linea verticale mantenendo la penna o la matita con tecnica di impugnatura cubito-palmare, nonostante sia già in grado di afferrare degli oggetti con una tecnica a pinza.

All'età di due anni riesce ad imitare delle forme geometriche come le linee verticali e forme circolari impugnando con la mano preferita la penna o la matita, a questa età inizia a prendere la penna con una tecnica di presa tripodica<sup>90</sup>. La postura del bambino tende a facilitare le operazioni di scrittura. Anche se con il polso ancora rigido cerca l'appoggio con il gomito sul piano del foglio in modo da favorire i movimenti dell'avambraccio. Molto diversa, invece, la situazione dei soggetti con sviluppo atipico, in cui è facile riscontrare una errata lateralizzazione e non usuale strategia di prensione della penna<sup>91</sup>. All'età di due anni e mezzo il bambino riesce a disegnare le linee orizzontali ed i cerchi. È evidente di come il bambino inizi ad organizzare le forme che disegna e a pianificare l'esecuzione, riuscendo ad interrompere le linee e a riprenderle grazie alla postura più efficace. La traccia assume sempre più un valore intenzionale.

A quattro anni ha piena padronanza dello strumento e riesce a disegnare facilmente una croce, migliora le abilità fine motorie delle dita e riesce

---

<sup>90</sup> Indice e pollice fungono da dita motrici, mentre il medio sorregge lo strumento grafico.

<sup>91</sup> Rodger, S, Ziviani, J., Watter, P., Ozanne, A., Woodyat, G., Springfield, E. (2003) Motor and functional skills of children with developmental coordination disorder: A pilot investigation of measurement issues. *Human Movement Science* 22. 461-478.

a utilizzare l'altra mano per tenere fermo il foglio su cui sta scrivendo<sup>92</sup>. Infine a cinque anni sarà in grado di disegnare un triangolo<sup>93</sup> e scrivere il suo nome.

La scrittura manuale è una attività complessa in cui vi deve essere l'integrazione tra abilità motorie, coordinazione visuo - motoria, percezione, sensibilità tattile e cinestesica<sup>94</sup>. La realizzazione della scrittura manuale prevede la relazione tra le seguenti componenti<sup>95</sup>:

- il controllo motorio fine (manipolazione manuale, integrazione bilaterale, planning motorio);
- l'integrazione visuo-motoria;
- la percezione visiva;
- la cenestesi;
- le modalità sensoriali;
- l'attenzione sostenuta<sup>96</sup>.

Gli errori di dimensionamento e di collocazione spaziale delle lettere, che solitamente compiono i bambini tra i sei e i sette anni, sono dovuti a una carenza di controllo della motricità fine<sup>97</sup>.

---

<sup>92</sup> Sheridan, M.,D.(1980). *Lo sviluppo del bambino dalla nascita a cinque anni*. Casa Ed. Ambrosiana, Milano.

<sup>93</sup> Beery, K.,E, Buktenica N.,A. (1989) *Developmental Test of Visual-Motor Integration – Revised*. Follett Publishing Company, Chicago.

<sup>94</sup> Maeland, A.,F. (1992 ). *Handwriting and perceptual-motor skills in clumsy, dysgraphic, and 'normal' children*. *Percept Mot Skills*. Dec;75(3 Pt 2):pp.1207-17.

<sup>95</sup> Amundson, SJ. *Handwriting: Evaluation and intervention in school settings*. In Case-Smith J, Pehoshi C, eds. *Development of hand skills in the child*. American Occupational Therapy Association, Rockville 1992; pp. 63-78.

<sup>96</sup> Cornhill, H., Case-Smith, J.(1996) *Factors that relate to good and poor handwriting*. *Am J Occup Ther.* Oct;50(9):pp.732-739

Da alcuni studi emerge che il disturbo della disgrafia sia collegato alla mancanza di controllo della motricità fine nell'esecuzione dei programmi motori<sup>98</sup>.

La scrittura è realizzata prevalentemente con movimenti asimmetrici, per questo motivo necessita dell'integrazione bilaterale e di una pianificazione motoria per la sua esecuzione. La capacità di pianificazione motoria risulta molto importante per il bambino che sta imparando a scrivere, può essere, infatti, considerata come un indice di predizione di leggibilità della scrittura nei bambini con difficoltà di scrittura<sup>99</sup>.

L'integrazione visuo-motoria rappresenta un altro elemento fondamentale nella scrittura manuale. Viene considerata come l'abilità di convogliare le informazioni visive in una risposta motoria. Differenti ricerche dimostrano che l'integrazione risulta essere uno dei più importanti indici per la valutazione della scrittura<sup>100</sup>, anche se non sono ancora molto comprensibili i meccanismi di relazione tra scrittura manuale e percezione visiva<sup>101</sup>. La capacità di comprendere quale sia la posizione, l'ampiezza e la direzione dei movimenti del corpo o di una

---

<sup>97</sup> Simner, M.,L.(1982) *Printing errors in kindergarten and the prediction of academic performance*. J Learn Disabil. Mar;15(3):pp.155-9.

<sup>98</sup> Hamstra-Bletz, L, Blöte, AW., A (1993). *longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school*. J Learn Disabil. Dec;26(10):689-99.

<sup>99</sup> Tseng M.,H., Murray E.,A.(1994) *Differences in perceptual-motor measures in children with good and poor handwriting*. Occup Ther J Res;14:pp.19-36.

<sup>100</sup> Weil, M.,J, Amundson, S.,J. (1994). *Relationship between visuomotor and handwriting skills of children in kindergarten*. Am J Occup Ther. Nov-Dec;48(11):pp.982-8.

<sup>101</sup> Chapman, L.,J, Wedell, K.(1972) *Perceptual-motor abilities and reversal errors in children's handwriting*. J Learning Dis;5:pp.321-25.



parte di esso senza un feedback visivo o uditivo viene definita propriocezione<sup>102</sup>. Le informazioni che provengono dai recettori sensoriali influenzano la pressione con cui si afferra lo strumento grafico e garantiscono le informazioni sulla direzione che sta avendo la penna nella costruzione delle lettere<sup>103</sup>. Le ricerche condotte in questo settore non hanno dato risultati incoraggianti in quanto è difficile assegnare un valore alla risposta propriocettiva.

### 2.5.1. Il Modello a due Vie della Scrittura

Un'ulteriore distinzione nell'abilità di scrittura va fatta tra ortografia e l'abilità di composizione libera di un testo. Quando si parla di ortografia si fa riferimento all'abilità di scrivere parole o brevi frasi, mentre le abilità di composizione libera di un testo necessitano non solo delle capacità ortografiche ma anche di capacità ideative, di pianificazione e ideazione del testo.

In neuropsicologia, la scrittura viene studiata in relazione a due tipologie di processi:

- i centrali che riguardano le operazioni semantiche, sintattiche e fonologiche che consentono all'individuo di ricostruire l'ortografia della parola e la sua forma grafemica.

---

<sup>102</sup> Fisher, A, Murray, E, Bundy, A.(1991).*Sensory Integration: Theory and Practice*. FA Davis, Philadelphia.

<sup>103</sup> Schneck, C.,M. (1991)*Comparison of pencil-grip patterns in first graders with good and poor writing skills*. Am J Occup Ther. Aug;45(8):pp.701-6.

- i periferici che realizzano l'informazione ottenuta in uscita dai processi centrali.

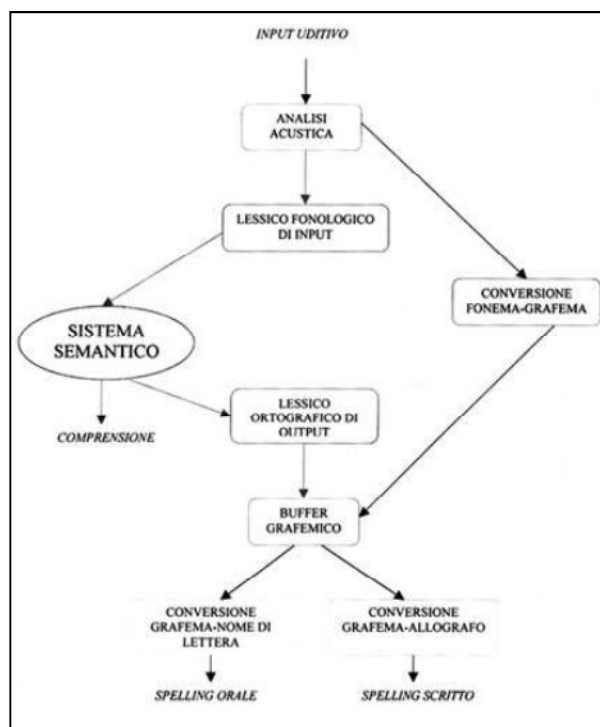


Figura 6. Tratto da: Processi implicati nella scrittura. Un modello di scrittura "a due vie"

I Processi centrali hanno molte somiglianze con quelli implicati nella lettura. Il modello cognitivo più attendibile presume che la scrittura ortografica si possa ottenere attraverso due diversi processi o "vie"<sup>104</sup>:

- la via lessicale – semantica,
- la via fonologica.

<sup>104</sup> McCloskey, M., Badecker, W, Goodman-Schulman, R.A., Aliminosa, D. (1994). *The structure of graphemic representations in spelling: Evidence from a case of acquired dysgraphia*, Cognitive Neuropsychology, 11, pp.341-392

La via lessicale – semantica è adoperata quando si devono eseguire parole note, e si fonda in prevalenza su processi mnestici. Infatti la memoria di lavoro consente di conservare le informazioni dall'input all'esecuzione finale dell'atto della scrittura.

Quando si devono eseguire parole nuove, o “non parole”, viene utilizzata la via fonologica non lessicale che non accede al significato della parola. La parola udita viene divisa dal sistema di analisi acustica ed il fonema viene indirizzato verso il processo di conversione fonema – grafema e da qui poi l'avvio dei processi periferici di scrittura.

I Processi periferici non sono legati alla scelta della via, e consistono in due fasi principali. Il primo stadio consiste nel considerare la rappresentazione grafemica astratta presente nel “Buffer Grafemico” di uscita per la scelta dell'allografo<sup>105</sup> corrispondente. Nel secondo stadio vengono scelti e attivati i pattern grafo motori idonei per prendere la penna e scrivere a mano o per digitare su una tastiera.<sup>106</sup>

---

<sup>105</sup> Con tale termine si intendono le possibili rappresentazioni alternative dei pattern grafemici che consentono, ad esempio, di rappresentare la stessa lettera in corsivo, stampatello o maiuscolo.

<sup>106</sup> D'amico, A. (2002). Lettura, scrittura, calcolo. Processi cognitivi e disturbi dell'apprendimento. Roma: edizioni Carlo Amore, pp. 20 - 22.

### 2.5.2. La teoria di Uta Frith

Uno dei contributi più importanti sul tema della apprendimento delle abilità di lettura e di scrittura nel bambino è la teoria di Frith<sup>107</sup> (1985).

Tale teoria prevede il susseguirsi di quattro fasi:

- logografia;
- alfabetica;
- ortografica;
- lessicale.

La fase logografica è caratterizzata dalla messa in funzione di processi visivi. L'autrice sostiene che i bambini posseggano un vocabolario visivo che può permettere al soggetto di identificare alcune parole in relazione alle forma che hanno. Nel vocabolario visivo il bambino raccoglie un numero ristretto di parole che hanno la peculiarità di essere viste spesso. Il bambino distingue l'immagine della parole, ma non riconosce le singole lettere che la compongono, proprio per questo motivo si ritiene questa fase la prima della scrittura.

La fase alfabetica inizia con la scolarizzazione del bambino. In questo periodo avviene l'associazione tra simbolo grafemico e suono, il bambino impara a dividere le parole in lettere, e a considerare le parole

---

<sup>107</sup> Uta Frith (25 maggio 1941) è psicologa dello sviluppo all'istituto Cognitive Neuroscience all'University College. Il modello di apprendimento della lettura di Uta Frith (1985) spiega come i bambini passino da una totale ignoranza dei rapporti tra linguaggio orale e linguaggio scritto all'automatizzazione dei processi di lettura. Numerosi studi sul disturbo autistico e sulla teoria della mente hanno reso la Frith la ricercatrice più autorevole a livello internazionale sull'autismo.

non più come forme grafemiche unitarie, ma come un insieme di simboli linguistici.

In questa fase apprende l'alfabeto fonetico, ridefinendo la relazione tra le lettere che compongono le parole e i suoni corrispondenti. La fase alfabetica risulta essere rilevante per lo sviluppo della scrittura, in quanto il bambino comincia a individuare i singoli suoni o fonemi presenti nelle parole che apprende. Questa fase di lettura e scrittura è denominata "sublessicale", poiché il processo è lento e gli errori sono frequenti.

La fase ortografica è caratterizzata dall'apprendimento delle eccezioni alle regole di conversione grafo – fonemica che sono imposte dalla grammatica. Le modalità di lettura e scrittura risultano maggiormente fluenti, ma il processo non è ancora completamente automatizzato. In questo stadio il bambino risulta in grado di riconoscere e ricomporre le sillabe.

Nella quarta e l'ultima fase, la lessicale, il bambino ha pieno controllo del processo di lettura e scrittura, in quanto riesce rapidamente nella decodifica del testo e nella comprensione del significato. In questa fase non è più necessaria la mediazione fono – grafemica.

Uta Frith ritiene, inoltre, che il processo di lettura e quello di scrittura avvengano in parallelo ma in maniera alternata<sup>108</sup> e che l'apprendimento avvenga nel momento in cui è raggiunta la fase lessicale.

---

<sup>108</sup> Frith, U. (1985). *Beneath the surface of developmental dyslexia*. In K. Patterson, J. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface Dyslexia, Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading*. (pp 301-330). London: Erlbaum.

<b>Stadio</b>	<b>Letture</b>	<b>Scrittura</b>
INIZIALE AVANZATO	LOGOGRAFICO LOGOGRAFICO	LOGOGRAFICO
INIZIALE AVANZATO	LOGOGRAFICO ALFABETICO	ALFABETICO ALFABETICO
INIZIALE AVANZATO	ORTOGRAFICO ORTOGRAFICO	ALFABETICO ORTOGRAFICO

Figura 7. . Relazione degli stadi di sviluppo di lettura e scrittura secondo Frith (1985). Fonte: AA. VV. (2008). DDO. Diagnosi dei disturbi ortografici in età evolutiva. Trento: Erickson, pag.14

L'aspetto evolutivo dell'apprendimento della lettura e della scrittura risulta l'elemento di novità. La teoria non prevede un salto di fase o una modifica della stessa ma allo stesso tempo suggerisce una metodologia d'insegnamento che possa favorire il passaggio da un stadio all'altro.

L'elemento di vulnerabilità della teoria è che non vengono considerati in maniera sufficiente i processi cognitivi coinvolti in ogni fase. Infatti non si fa riferimento alle competenze visive e grafo - motorie.

Un prerequisito fondamentale per il raggiungimento dell'apprendimento dei processi su indicati è che ci sia uno sviluppo adeguato delle abilità visuo – percettive, in particolare della discriminazione visiva e della percezione dei rapporti spaziali.

### 2.5.3. La zona Occipito Parietale e la sua importanza nel processo di scrittura

La regione occipito – parietale dell'emisfero sinistro ha come funzione l'integrazione dell'esperienza visiva e la sua organizzazione spaziale. In presenza di lesioni di questa zona non si riscontrano problemi nell'analisi fonetica della parola, né tantomeno difficoltà nel parlare, ma si hanno alterazioni della scrittura che riguardano la definizione del contorno della lettera o, più raramente, la scelta della lettera necessaria rispetto al suono corrispondente. La regione occipitale della corteccia è l'apparato fondamentale per la abilità di scrittura. Infatti permette di realizzare la percezione visiva integrale, ricodificando le sensazioni visive in forme ottiche complesse, di conservare e differenziare le rappresentazioni visive e di realizzare forme più complesse di conoscenza visiva e spaziale<sup>109</sup>.

Di fronte a una lesione della zona occipitale non sarà possibile integrare i singoli elementi di natura visiva in un'unica forma, determinando anche modificazioni dell'orientamento spaziale. I soggetti che hanno questo tipo di problema conoscono i tratti che determinano la forma delle lettere, ma, nel scriverle, non riescono ad orientarsi con accuratezza.

In presenza di lesioni alle zone secondarie della corteccia occipitale i pazienti non sono in grado di percepire due oggetti simultaneamente, di disegnare i contorni di un oggetto, di mettere insieme i segni mentre

---

<sup>109</sup> Pizzi, A. (2007). *Psicologia della scrittura. Interpretazione grafologica di segni e tendenze del linguaggio scritto*. Roma: Armando Editore.

scrivono. Questo fenomeno caratterizzato dalla ristrettezza funzionale del campo visivo e delle sue limitazioni a un solo oggetto è denominato agnosia simultanea. Inoltre in caso di simili lesioni si riscontra una problematica nel riconoscimento delle lettere determinando un impedimento della lettura conosciuto come alessia ottica, che complica il riconoscimento delle lettere che hanno tratti simili.

## **2.6. La Disgrafia**

Si ritiene che la calligrafia sia una espressione caratteristica di ogni individuo, risulta infatti differente, e specifica per ogni soggetto. Vi è la necessità di comprendere quali siano le differenze tra un normale profilo calligrafico, elencate in precedenza, da quelle che rientrano nella classificazione dei DSA come disgrafie.

Nel 1966 Ajuriaguerra<sup>110</sup> definisce la disgrafia come “un deficit della qualità del tracciato grafico”. Lo Psichiatra mise il risalto il fatto che la problematica non aveva elementi di natura neurologica o intellettuale e che poteva presentarsi anche in assenza di disortografia.

Le principali caratteristiche comuni ai bambini disgrafici possono riguardare secondo Ajuriaguerra, alcuni aspetti come l'organizzazione

---

<sup>110</sup> Julian de Ajuriaguerra (1911-1993) Psichiatra di origine spagnola, diventa cittadino francese nel 1950. scrive nel 1964 “L'écriture de l'enfant” e successivamente nel 1971 con altri autori “L'évolution de l'écriture et ses difficultés – La rééducation de l'écriture” Le opere di Ajuriaguerra sono fondamentali ai fini dello studio e dell'analisi delle scritte dei bambini. Afferma che i fattori determinanti per la crescita della scrittura sono: l'esercizio e lo sviluppo motorio



della pagina, in relazione alla gestione dello spazio di scrittura. Il grafo viene prodotto in maniera non ordinata, con disallineamento o mancanza totale del rispetto margini. In più tra le parole sono presenti ampi spazi sia nella direzione nella scrittura che nel passaggio da una riga all'altra. Il tracciato grafico non presenta regolarità e risulta a seconda dei casi ascendente o discendente. L'organizzazione delle lettere è un'altra caratteristica della disgrafia in quanto i bambini con questo deficit hanno l'abitudine di ritoccare e cancellare più volte le lettere esercitando una pressione eccessiva con la penna sul foglio. Le lettere risultano essere deformate ed irregolari nelle dimensioni.

L'allografo risulta non omogeneo. Le dimensioni grafiche hanno un aspetto variabile nelle dimensioni, il tracciato risulta nella sua stesura a volte troppo esteso, altre troppo compresso determinando in alcuni casi una sovrapposizione di grafemi.

Gli studi di Ajuriaguerra sono allo stato attuale le analisi più complete e dettagliate sulla produzione grafica. L'elaborato grafico viene analizzato per i suoi parametri morfologici e temporali e per la analisi delle modalità cinestesiche e posturali nell'esecuzione motoria.<sup>111</sup>

#### 2.6.1. Indicazioni nosografiche relative alla disgrafia

La disgrafia è inclusa tra i Disturbo di Coordinazione Motoria sia nel DSM IV che l'ICD 10.

---

<sup>111</sup>Sabbadini, L. (2005). *La disprassia in età evolutiva: criteri di valutazione ed intervento*. Milano: Springer – Verlag, pp. 49 – 53.

Il DSM IV identifica un deficit legato principalmente alla chiarezza della scrittura e presume, come criterio di inclusione, che possano esserci dei disturbi motori che possono ritenersi collegati all'inefficienza nella produzione del grafema che determinino prestazioni non sufficienti in compiti motori di ambito scolastico. In questo caso si parla di Disturbo di Sviluppo della Coordinazione (D.C.D.).

Se insieme alla cattiva grafia sono associati errori di compitazione e di tipo morfosintattico dovrà essere attribuita la diagnosi di Disturbo dell'Espressione Scritta, che rientra nei Disturbi dell'Apprendimento e risulta spesso in comorbidità con Disturbi di Lettura e di Calcolo.

L'ICD 10 conferisce diagnosi di Disturbo evolutivo specifico della funzione motoria (D.E.S.F.M.) in presenza di sintomi di Disgrafia. È assente nella classificazione un disturbo che si riferisca unicamente a dei deficit sulla scrittura, ma in presenza di altre problematiche come quelli inerenti alla decodifica ortografica, attribuisce la diagnosi di Disturbo della compitazione, (D.d.C.) che si riferiscono a degli errori che risultano maggiormente ortografici che fonologici, prendendo il nome clinico di Disgrafia Superficiale<sup>112</sup>.

La nosografia europea e quella americana rimarcano il nesso della disgrafia con il disturbo del movimento. La produzione scientifica europea riguardante il tema delle problematiche inerenti alla scrittura

---

<sup>112</sup> Temple, M., C. (1986), Developmental Dysgraphias, The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 38A: pp.77-110.

tende a sottolineare la centralità della natura motoria del problema<sup>113</sup>. In Europa, infatti, si prevede una più attenta differenziazione della componenti ortografiche del disturbo di scrittura dalle componenti di spelling e quindi si tende a non considerare la coesistenza di problemi psicolinguistici che riguardano altri Disturbi Specifici di Apprendimento. La Consensus Conferences ha reso più selettive le indicazioni provenienti dalle classificazioni.

Si stabilisce che la diagnosi del Disturbo di Coordinazione Motoria<sup>114</sup> (DCD) si possa realizzare solo dopo i 5 anni e che i criteri della diagnosi risultino misurabili.

Vengono proposti per la valutazione della abilità motorie Test standardizzati, come ABC Movement<sup>115</sup>. Il punteggio di riferimento totale non deve risultare uguale o inferiore al 5° percentile. Quando si è in presenza di cattiva calligrafia si può diagnosticare il DCD anche con punteggi uguali o al di sotto del 15° percentile. Il disgrafico non è detto che rientri sempre nella diagnosi di DCD. I problemi possono essere legati anche a solo una alterazione del tono o problemi isolati di

---

<sup>113</sup> Ellis, A. W., Editor, (1982). Normality and pathology in cognitive functions, Academic Press, London.

<sup>114</sup> Polatajko, H., Fox, M., Missiuna, C. (1995) An International consensus on children with developmental coordination disorder. Canadian Journal of occupational therapy, 62, pp.3- 6.

<sup>115</sup> Henderson, S., E., Sugden, D., A. (1992). Movement Assessment Battery for Children; Manual. Sidcup, Kent: The Psychological Corporation Harcour Brace Jovanovic.

integrazione sensoriale<sup>116</sup>. È stato verificato che la correlazione tra differenti problemi di natura motoria è piuttosto bassa<sup>117</sup>.

### 2.6.2. Caratteristiche della disgrafia

Come si è visto il processo della scrittura coinvolge: il sistema linguistico, il sistema motorio con le aree sensoriali (percezione visiva e uditiva), il sistema propriocettivo, gli aspetti emotivi e caratteriali di ciascun individuo.

È importante distinguere le varie modalità secondo cui la scrittura viene realizzata. La scrittura spontanea, la scrittura sotto dettatura, e la copia. Questa differenziazione risulta fondamentale per un'analisi differenziale del disturbo di scrittura e per la pianificazione dell'intervento riabilitativo.

La scrittura spontanea oltre a richiedere l'attivazione di tutti i sistemi della scrittura, comprende anche la produzione verbale e prevede:

- la pianificazione comunicativa;
- la competenza argomentativa;
- il recupero lessicale e sintattico.

---

<sup>116</sup> Geuze, R.,H., Jongmans, M.,J., Shoemaker, M.,M., Smits-Engelsman, B.,C.,M.(2001). *Clinical and research diagnostic criteria for developmental coordination disorder: a review and discussion*. Human Movement Science, 20 (1-2), pp. 7-47.

<sup>117</sup> Smits-Engelsman, B.,C.,M., Van Galen, G.,P., Portier, S.,J. (1994a). *Psychomotor aspects of poor handwriting in children*. In M.L. Simner,W. Hulstijn & P.L.Girouard (Eds.), *Contemporary issues in the forensic, developmental and neurological aspects of handwriting*. Monograph of the association of forensic document examination, vol. 1 (pp. 17-43). Toronto, Canada: Association Forensic Document Examiners

Gli elementi comuni sotto dettatura sono:

- l'analisi fonemica (discriminazione fonemica),
- l'associazione fonema-grafema,
- il recupero della forma ortografica;

Gli elementi comuni al processo di copia sono:

- la componente visiva (discriminazione visiva),
- la componente prassica (analisi spaziale e pianificazione costruttiva).

Per quanto riguarda l'organizzazione motoria, la compromissione riguarda:

- Difficoltà nell'organizzazione grafica del foglio, ossia il rispetto e il riconoscimento della logica alto \ basso e destra \ sinistra che caratterizza il nostro sistema di scrittura.
- Difficoltà di lateralizzazione, insieme alle abilità spaziali, non permette il riconoscimento su di sé di quale sia la parte dominante tra la mano destra e la mano sinistra.
- Difficoltà della regolazione del tono muscolare: scorretta postura ed equilibrio del capo, del tronco, delle spalle, dell'avambraccio, del polso e delle dita; in quanto non riesce a regolarizzare la forza nella presa della penna.
- Difficoltà nella motricità fine: dissociazione dei movimenti, mancanza di coordinazione oculo-manuale
- Difficoltà nelle forme e nelle proporzioni di grafemi, lettere o parole.

- Maldestrezza e gesto grafico sproporzionato nell'intensità del tono (paratonia). Tratti rigidi, eccessivi, in grado di danneggiare o macchiare il foglio. L'atto della scrittura è spesso accompagnato da movimenti parassiti (sincinesie) di altre parti del corpo non direttamente coinvolte nella scrittura: bocca, altra mano, piedi, tronco.
- Difficoltà a seguire e controllare con lo sguardo il gesto grafico, da cui derivano: errori nella scrittura, un gesto che non segue la logica del grafema che dovrebbe essere scritto, difficoltà nel ricopiare lettere o parole, difficoltà ad auto controllare ed auto correggere la propria scrittura (metacognizione).<sup>118</sup>

### 2.6.3. Disprassia e Disgrafia

Comunemente per prassia si intende la capacità di compiere correttamente dei gesti coordinati e che abbiano un fine. Ciò implica che contemporaneamente ci sia la progettazione e la coordinazione di più schemi motori in una sequenza spazio – temporale corretta.

Si possono considerare due tipi di prassie, quelle che vengono acquisite automaticamente durante l'infanzia, si parlerà di prassie semplici come il correre e il camminare, e quelle più complesse come lavarsi, vestirsi e organizzare lo spazio del foglio, che vengono apprese empiricamente.

---

<sup>118</sup>Nicolodi, G. (2011). *Il disagio educativo alla scuola primaria*. Milano: Franco Angeli, pp. 78 – 80.

Per i bambini senza alcun tipo di deficit, risulta divertente e facile imparare costantemente azioni sempre più complesse. Una volta acquisite la memoria si libera per dare spazio a nuove azioni e pensieri. Quindi, all'attenzione cosciente e meccanica, pian piano si sostituiscono azioni automatizzate.

La disprassia viene definita DCD (Developmental Coordination Disorder) cioè Disturbi della Coordinazione Motoria, in quanto il bambino per l'età che ha non ha sviluppato sufficientemente la capacità coordinativa sia fine che grosso motoria. Inoltre ha difficoltà a pianificare ed eseguire una serie di movimenti che servono per il raggiungimento di uno scopo (es. non riesce ad organizzare lo spazio di un foglio).

L'ICD-10 mette in evidenza il Disturbo Evolutivo Specifico della Funzione Motoria (SDDMF) identificandolo attraverso i seguenti criteri:

- Difficoltà di coordinazione, che è presente nei primi anni di sviluppo del bambino.
- Lentezza nello sviluppo motorio accompagnato, a volte da un ritardo dello sviluppo del linguaggio.
- Goffaggine nei movimenti.
- Difficoltà di organizzare ed eseguire sia il gioco che il disegno che i compiti visuo-spaziali.
- Presenza (non costante) di difficoltà scolastiche e di problemi socio-emotivo comportamentali.

Quest'ultimo aspetto non è da sottovalutare in quanto l'impegno profuso non sempre garantisce l'adeguata considerazione da parte dei

docenti che spesso non conoscendo la vera causa del problema tendono a considerarli svogliati, pigri e disattenti, causando frustrazione per via delle richieste incessanti dall'ambiente e rischiando di innescare disturbi comportamentali e psicologici.

È importante sottolineare la differenza tra disgrafie e disortografia per evitare di confonderle.

La disortografia è la difficoltà a tradurre correttamente i suoni che compongono le parole in simboli grafici.

La disgrafia è un disturbo del gesto grafico, e si ha difficoltà a ricopiare graficamente sia i segni alfabetici che quelli numerici ed è strettamente collegato a disturbi motori della scrittura (visuo spaziali-motorio).

Il bambino disgrafico, sa bene cosa deve scrivere e/o disegnare, ma non riesce a interpretare in schemi motori quello che riconosce.

Frequentemente è presente l'associazione con un deficit nei movimenti dello sguardo (disprassia dell'oculomozione) in senso orizzontale e soprattutto verticale. Per questo si ha la difficoltà o meglio, l'incapacità di progettare ed eseguire volontariamente degli schemi motori anche di tipo grafico e sequenziale<sup>119</sup>.

Ajuriaguerra nel 1964 sviluppa una classificazione delle disgrafie identificando 5 sottogruppi in riferimento all'esecuzione del tratto grafico:

---

<sup>119</sup> Sabbadini, L. (2005). *La disprassia in età evolutiva: criteri di valutazione ed intervento*. Milano: Springer – Verlag, pp. 49 – 50.



- Tratto Rigido caratterizzato da scrittura inclinata a destra, curve delle lettere trasformate in angoli, lettere alte e strette, righe riavvicinate.
- Tratto Rilasciato o Allentato, scrittura allargata, lettere piccole, difficoltà a mantenere la linea e rispettare i margini (le righe salgono e scendono).
- Tratto Impulsivo distinto da una scrittura veloce e precipitosa, forme imprecise e a scatti e quasi sempre l'ultima lettera della parole, gli accenti e le punteggiature sono prolungati.
- Tratto associato alla Maldestrezza rappresentato da forme irregolari e poco proporzionali, difficoltà nel legare tra loro le lettere e mancata organizzazione della pagina e degli spazi.
- Infine il Tratto Lento e Preciso la scrittura evidenzia lo sforzo e l'applicazione per una buona forma. Quando è richiesto un aumento della velocità si evidenzia una perdita di controllo ed insorge una progressiva rigidità.

#### 2.6.4. Eziopatogenesi

Esistono varie teorie sull'origine di dislessia e disgrafia, le più accreditate riguardano:

- Fattori genetici. La familiarità è un fattore determinante. I DSA sono riscontrati di frequente anche tra gemelli.
- Disgrafie acquisite che possono essere originate da cause neurologiche, problemi psicomotori, afasia, alterazioni della

- memoria, encefaliti, difficoltà nell'organizzazione spaziale, deficit o ritardo intellettivo, problemi visivi o uditivi, ecc
- Disgrafie evolutive che scaturiscono da difficoltà relazionali e mancanza di fiducia delle proprie capacità e anche dall'osservazione della propria grafia.
  - Disturbo della lateralità dovute all'incapacità del bambino di strutturare lo spazio, e quindi scrivere da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso. Questo disturbo non riguarda solo l'arto superiore ma anche gli arti inferiori, l'orecchio e l'occhio. Solitamente il bambino non riesce a riconoscere quale siano la mano e il piede dominanti, quindi comprendere se sia destro o mancino.
  - Alterazione dello schema corporeo. Il corpo è, per il bambino, il primo e insostituibile mezzo di contatto e di scambio con l'ambiente. Tramite l'esperienze motorie è possibile conoscere il mondo e sviluppare l'intelligenza. I disturbi riguardanti l'alterazione dello schema corporeo sono riscontrabili con il test di Piaget - Head.
  - Strutturazione temporo – spaziale. Insieme alle difficoltà nella coordinazione dei movimenti, confusione tra la destra e la sinistra, possono riscontrarsi problemi a rispettare i ritmi e le pause, che sono riscontrabili soprattutto nella lettura e nella scrittura.
  - Disturbi affettivi che determinano la frustrazione continua per le incessanti richieste dell'ambiente il bambino si sente

costantemente giudicato dagli insegnanti, dai familiari e dai propri compagni. Questa condizione può essere seguita da :

- reazioni di opposizione, come apatia, disinteresse, inibizione, oppure, al contrario: turbolenza, aggressività, gelosia;
- ansietà, che si manifesta con eccessiva preoccupazione per il lavoro scolastico, con tic nervosi che compaiono soprattutto nel momento di recarsi a scuola, e con disturbi dell'apparato digerente.

#### 2.6.5. Sintomatologia

La disgrafia presenta tra i disturbi più ricorrenti la manifestazione di una organizzazione disordinata della scrittura nelle esercitazioni nei compiti dettato. In presenza del disturbo il bambino tende ad impugnare e condurre la penna in maniera errata, non riuscendo a gestire il foglio e a rimanere nei margini e nelle righe.

Si possono riscontrare nel bambino discografico due tipologie di errori che si rifanno alla fonologia, scelta e/o inversioni di lettere e all'ortografia che riguardano il posizionamento di accenti e doppie.

Incertezza nel simbolo grafico è costante, cancellature e correzioni sono frequenti. La pressione esercitata dalla penna sul foglio è spesso eccessiva ed è causa a volte della perforazione del foglio. La scrittura non è lineare quindi procede o in salita o in discesa rispetto alle righe del foglio.

#### 2.6.6. Anamnesi ed esami utili

Sia per la diagnosi che per la terapia, una anamnesi sanitaria del bambino è fondamentale. Oltre alle informazioni relative alla gravidanza e il parto è necessario conoscere quando il bambino ha cominciato a camminare e le eventuali malattie sofferte. Per quanto riguarda il versante linguistico si dovranno ottenere informazioni su quando è avvenuto l'apprendimento del linguaggio (data di apparizione delle prime fasi e delle prime parole), sulle le modalità di sviluppo (corretto o con dislalie, inversioni, incertezze, balbuzie,...), sulla tipologia di insegnamento di lettura e scrittura.

L'anamnesi è di fondamentale ausilio nella formulazione della diagnosi poiché ricostruisce le modalità di insorgenza ed il decorso della patologia in atto.

Tra gli esami che concorrono a completare la diagnosi del bambino, è necessario l'esame neurologico con elettroencefalogramma, che permette di escludere una compromissione del sistema nervoso centrale, inoltre esami specifici del versante linguistico, un esame psico – diagnostico per verificare sia se le difficoltà siano rapportabili ad una insufficienza mentale, sia per valutare i disturbi affettivi eventualmente presenti. L'esame oculistico ed audiometrico verificano l'eventuale presenza di deficit sensoriali rapportabili al disturbo e una visita pediatrica esclude l'eventuale interferenza di affezioni debilitanti.<sup>120</sup>

---

<sup>120</sup> De Santis, M. (1986). Voce e linguaggio: compendio di foniatria e logopedia. Padova: Piccin, pp. 209 – 216.

## **Capitolo 3**

### **Sistemi Tecnologici di Ausilio per la Valutazione della Abilità Grafo Motorie**

#### **3.1. L'uso delle nuove tecnologie nella ricerca didattico motoria**

L'applicazione delle nuove tecnologie all'analisi del movimento umano rappresenta un supporto ai sistemi di valutazione tradizionale che riguardano lo studio del controllo motorio.

I computer, i software ed in generale i sistemi digitali sono ormai parte integrante della cultura del nostro secolo. Si sa che le potenzialità di un software sono strettamente collegate alle specifiche tecniche e performative dell'hardware del computer in cui viene installato. La stretta connessione tra software e hardware è alla base della riuscita dei compiti che vengono richiesti al computer ed il particolare al programma. Se il software presenta dei bug o l'hardware è difettato o si rompe, questa relazione tende ad interrompersi o a limitarsi. Quotidianamente l'uomo come un computer risponde a programmi che sono modulati rispetto alle caratteristiche del corpo umano. Camminare, afferrare, starnutare, spostare un oggetto o semplicemente disegnare rappresentano lo stadio finale dell'integrazione di più periferiche gestite da uno o da più programmi. La realizzazione del movimento volontario o involontario che sia, dipende dalla perfetta sinergia e dall'efficienza

---

dei due sistemi. Un loro mal funzionamento o il sotto dimensionamento di uno rispetto alle potenzialità dell'altro può condizionare la riuscita della performance motoria riducendola o, in casi estremi, rendendola insostenibile. Il movimento umano può essere, quindi, considerato come l'output dell'interazione tra diversi sistemi ed apparati<sup>121</sup>. Il sistema nervoso, l'apparato muscolare e scheletrico, i sistemi sensoriali e percettivi collaborano ognuno con le propri prerogative alla realizzazione del movimento. L'alterazione o il blocco di uno di questi elementi determina l'efficacia o la riuscita del movimento richiesto. Una determinata situazione patologica può causare un'alterazione motoria e posturale e conseguentemente una limitazione nell'esecuzione di determinati gesti della vita quotidiana. Lo studio delle limitazioni funzionali può essere un utile strumento di comprensione per quelle dinamiche che soggiacciono alla realizzazione del movimento.

La necessità di avvalersi di strumenti di misura sempre più accurati consente di fornire al clinico elementi quantitativi di supporto alle scale di valutazione tradizionali<sup>122</sup>. I test di performance spesso sono delle scale valutative tramite le quali è possibile avere una misura sullo stato funzionale del paziente. Una delle più famose è la Functional Independence Measure (FIM) che misura la capacità di autonomia del soggetto, l'esaminatore assegna un punteggio da 1 a 5 a seconda delle abilità del soggetto in alcune attività della vita quotidiana. La misura

---

<sup>121</sup> Divieti, L., (1997). *Sistemi biologici di controllo*. Ed CUSL , Milano 1977

<sup>122</sup> Baratto, L., Farinelli, M., Simonini, M., Gardella, M., Betti, E. (2003). *Problematiche cliniche in riabilitazione*. In A., Cappello, A.,Cappozzo, P. E, Di Prampero (Eds.). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.pp.344

strumentale deve integrare e arricchire il significato della misura dei test di valutazione esistenti senza l'ambizione di sostituirli proponendosi come una informazione aggiuntiva.

L'integrazione dei dati quantitativi è una esigenza che riguarda anche altri settori disciplinari che hanno il bisogno di usufruire delle informazioni che si possono ottenere utilizzando i nuovi sistemi tecnologici. La didattica nella sua applicazione docimologica deve confrontarsi con queste nuove dinamiche. Questa nuova tendenza impone una necessaria ibridazione di approcci e modelli di ricerca afferibili, al dominio delle hard sciences e delle soft sciences<sup>123</sup> nella piena consapevolezza dei rischi di un'applicazione tout court della spiegazione semplice all'interpretazione dei fenomeni didattici<sup>124</sup>.

Il riconoscimento dell'interdipendenza tra quella parte della ricerca che si occupa del processo formativo e quella che è attenta alle caratteristiche funzionali che consentono le esecuzioni delle azioni, garantisce di disporre di una metodologia della ricerca che integra funzionalmente il tutto in un quadro concettuale comune<sup>125</sup>.

---

<sup>123</sup> Frith, C. (2007). *Inventare la mente. Come il cervello crea la nostra vita mentale*, (translated by M. Berlingeri, L. Guzzardi), Milano, Raffaello Cortina.

<sup>124</sup> Rivoltella Pier C. (2012.). *Neurodidattica, Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffaello Cortina.

<sup>125</sup> Sibilio, M. (2011) . *Il corpo e il movimento nella ricerca didattica*. Liguori Editore.

### 3.2. Metodi di valutazione della scrittura

I primi tentativi per valutare la qualità della scrittura risalgono all'inizio del secondo scorso, il risultato qualitativo del processo di scrittura manuale era collegato alla leggibilità del testo. Lo scoring era determinato dal confronto del testo con esempi di scrittura ordinati secondo il grado di leggibilità. Questo tipo di scale sono chiamate globali-olistiche<sup>126</sup>.

Questa tipologia di valutazione prevede tempi molto lunghi per il confronto delle corrispondenze tra il manuale di riferimento e il testo prodotto per la valutazione. Inoltre nelle scale ad approccio olistico la soggettività interpretativa dell'operatore assume un ruolo fondamentale rendendo lo strumento debole nel confronto della stessa valutazione tra operatori differenti. L'approccio di tipo analitico, di recente introduzione, prevede l'utilizzo di parametri predeterminati e ben definiti, grazie ai quali viene valutata la qualità della scrittura. Si prendono in considerazione la grandezza dei caratteri o la spaziatura tra le lettere.

Tra i test analitici di maggiore successo va citato il "The concise assessment method for children handwriting"<sup>127</sup>. Seppur indipendenti dal carattere soggettivo della valutazione dell'operatore le scale

---

<sup>126</sup> Freeman, F.N. (1959). *A new handwriting scale*. Elementary School Journal, 59, pp.218–221.

<sup>127</sup> Hamstra-Bletz, E., De Bie, J., den Brinker, B., P., O., L. (1987). *Beknopte beoordelingsmethode voor kinderhandschriften* [The concise assessment method for children handwriting]. Lisse: Swets and Zeitlinger.



analitiche risultano poco idonee nel valutare le caratteristiche qualitative della scrittura, inoltre non forniscono un valutazione totale sulla qualità del manoscritto.

In entrambi i sistemi valutativi non è possibile una indagine condotta in tempo reale del processo di scrittura e né tanto meno delle componenti cinetiche ad esso correlate.

Le tavolette grafiche di registrazione della scrittura sono tecnologie che consentono l'acquisizione del tratto grafico in maniera accurata e affidabile. L'utilizzo di queste tecnologie permette di conoscere le caratteristiche spazio temporali della scrittura oltre ad avere importanti informazione rispetto alle regole seguite per la pianificazione del tratto. Alcuni di queste caratteristiche soggiacenti all'abilità grafiche del soggetto valutato, difficilmente potrebbero essere ottenute tramite l'osservazione o una valutazione post esecuzione.

Si riescono a calcolare indici riguardanti la misurare del grado di automatizzazione o della facilità nel rievocare una lettera<sup>128</sup> e la coerenza interna di un singolo scrittore nella ripetizione dello stesso grafoelemento<sup>129</sup>. Il tempo di posizionamento e la traccia della penna prima di iniziare il disegno è un altro indice sensibile di una difficoltà

---

<sup>128</sup> Kandel, S., Soler, O., Valdois, S., Gros, C. (2006) *Graphemes as motor units in the acquisition of writing skills*. Reading and Writing 19: pp.313–337

<sup>129</sup> Di Brina, C., Becciu, M., Capozzi, F.(2007) *La Disgrafia Evolutiva: Sintomo o Deficit Specifico? Dati preliminari*. Psichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza ; vol. 74: pp.367-378.

dei disgrafici nella programmazione del movimento<sup>130</sup>. I dati che provengono dall'acquisizione digitale del tratto permettono di ottenere algoritmi di calcolo dedicati allo studio della performance motoria durante l'esecuzione del disegno. Il limite di questi strumenti risiede nelle modifiche dell' *environment*, che è dovuto all'elemento di diversità introdotti dalla tavoletta grafica e che potrebbero influenzare le abilità grafo motoria del soggetto valutato. L'introduzione di nuovi strumenti tecnologici come le tavolette grafiche<sup>131</sup> non ha portato notevoli cambiamenti nei sistemi di valutazione della grafia. Tuttora, infatti, le scale di valutazione restano lo strumento più facilmente accessibile e pratico per definire la qualità di un testo.

### 3.2.1. I test di valutazione per il Disegno

Intorno al 1930 Goodenough<sup>132</sup> dimostra sperimentalmente che i disegni dei bimbi possono dare informazioni importanti riguardanti le loro capacità intellettuali e il loro grado di sviluppo. Sulla base di questa esperienza sviluppa il “*Draw-A-Man test*” per misurare la capacità cognitiva dei bambini.

---

<sup>130</sup> Rosenblum, S., Dvorkin, A. Y., Weiss, P. L.(2006).*Automatic segmentation as a tool for examining the handwriting process of children with dysgraphic and proficient handwriting*. Human Movement Science 25, pp. 608–621.

<sup>132</sup>Abell, S., C., von Briesen, P., D., Watz, L., S. (1996). *Intellectual evaluations of children using human figure drawings: An empirical investigation of two methods*. Journal of Clinical Psychology, 52, 67–74.

Numerosi sono stati i test che prevedevano la copia di figure per la valutazione delle capacità cognitive dei bimbi. Il Denver Developmental Screening Test (DDST)<sup>133</sup>, analizza in modo non invasivo le abilità grafiche dei bambini, consente di creare un ambiente sperimentale molto simile agli ambienti di apprendimento più comuni per i bambini della scuola primaria.

Sono stato strutturati nel tempo test grafici in grado di valutare le prestazioni dei bambini:

- a rischio per problemi scolastici<sup>134</sup> ;
- con disturbi del coordinamento e / o di apprendimento<sup>135</sup>;
- bambini con autismo<sup>136</sup>;
- bambini con paralisi cerebrale<sup>137</sup> ;

---

<sup>133</sup> Il Denver Developmental Screening Test è un test di screening del ritardo evolutivo applicabile dalla nascita a 6 anni in cui gli items sono suddivisi secondo le tappe evolutive di Gesell (grosso – motorie, fini – motorie, linguaggio, abilità sociali e personali). La prestazione dei bambini è classificata come “normale”, “problematica”, “anormale”. (Cfr., Accardo, P. & Whitman, B. (2007). *Dizionario terminologico delle disabilità dello sviluppo*. Roma: Armando, pag. 119.)

<sup>134</sup> Bayoglu, B. U., Bakar, E. E., Kutlu, M., Karabulut, E., & Anlar, B. (2007). *Can preschool developmental screening identify children at risk for school problems?* Early Human Development, 83, pp. 613–617.

<sup>135</sup> Rosenblum, S., & Livneh-Zirinski, M. (2008). *Handwriting process and product characteristics of children diagnosed with developmental coordination disorder*. Human Movement Science, 27(2), pp.200–214.

<sup>136</sup> Sheppard, E., Ropar, D., & Mitchell, P. (2009). *Autism and dimensionality: Differences between copying and drawing tasks*. Journal of Autism and Developmental Disorders, 39(7), pp.1039–1046.

- bambini affetti da neurofibromatosi di tipo 1<sup>138</sup>;
- nella valutazione dei disturbi di apprendimento<sup>139</sup>.

Oggi somministrare un test di disegno ad un bambino significa nella maggior parte dei casi effettuare una valutazione di carattere qualitativo in cui l'osservazione assume un ruolo fondamentale. I test sono carta e matita ed al disegno del bambino viene assegnato un punteggio in base alla presenza di alcune caratteristiche previste dal test. Questo sistema di scoring presenta notevoli limiti a causa della soggettiva interpretativa dell'operatore. Un altro limite riguarda l'impossibilità di avere informazioni che riguardano le caratteristiche spazio temporali della traccia e della postura assunta dal soggetto durante l'esecuzione del test.

Effettuare una valutazione quantitativa dell'abilità di disegno significa tenere in considerazione una molteplicità di aspetti che vanno dalle caratteristiche cinematiche della traccia grafica, alla sua pianificazione, agli aspetti posturali ed agli elementi di natura cognitiva.

L'analisi cinematica del disegno o della scrittura nei bambini consente di ottenere le caratteristiche della performance relative alla capacità della scrittura oltre a permettere di effettuare un test predittivo per

---

<sup>137</sup> Bumin, G., & Kavak, S. T. (2010). *An investigation of the factors affecting handwriting skill in children with hemiplegic cerebral palsy. Disability and Rehabilitation*, 32(8), pp. 692–703.

<sup>138</sup> Gilboa, Y., Josman, N., Fattal-Valevski, A., Toledano-Alhadeif, H., Rosenblum, S. (2010). *The handwriting performance of children with NF1. Research in Developmental Disability*, 31(4), 929–935.

<sup>139</sup> Mati-Zissi, H., Zafiropoulou, M., & Bonoti, F. (1998). *Drawing performance in children with special learning difficulties. Perceptual Motor Skills*, 87(2), 487–497.

possibili difficoltà future di scrittura. Le differenze tra bambini disgrafici e non, possono riguardare sia i dati statici (ossia la grafia e, più in generale, il prodotto dell'atto grafico), sia i dati dinamici, cioè relativi al processo di scrittura.

Gli aspetti temporali e spaziali durante la prestazione assumono un ruolo determinante nel definire le principali differenze tra i bambini con difficoltà di apprendimento e i bambini normodotati.

Il test di Integrazione Visuo Motoria<sup>140</sup> (VMI) ha assunto una notevole rilevanza negli studi che riguardano le abilità di scrittura. Il test consiste nella copiare una sequenza ordinata di forme geometriche evolutive, fino ad un massimo di 24. Si ritiene che il VMI sia un predittore significativo della performance della scrittura, è stato verificato, infatti, che i bambini sono pronti a scrivere quando sono in grado di copiare le prime nove forme del test VMI<sup>141</sup>.

La somministrazione del test deve essere fatta da personale esperto, in quanto il protocollo impone delle procedure che devono essere attentamente seguite nella realizzazione. La valutazione si ottiene sulla base delle figure realizzate. Il punteggio del test viene messo in relazione all'età dello studente e quindi ai dati statistici percentili relativi all'esecuzione del test.

---

<sup>140</sup> Beery, K. E. (1989). *The VMI developmental test of visual motor integration*. Administration, scoring and teaching manual, Cleveland: Modern Curriculum Press.

<sup>141</sup> Volman, M. J. M., Van Schendel, B. M., & Jongmans, M. J. (2006). Handwriting difficulties in primary school children: A search for underlying mechanisms. *American Journal of Occupational Therapy*, 60, pp. 451–460.

I limiti di questo tipo di valutazione risiedono nella necessità di un personale specializzato che riesca a trarre informazioni oggettive sia durante l'esecuzione del test, che nella fase di assegnazione di punteggio. Il controllo visivo diretto, cioè durante l'esecuzione, e l'analisi visiva del



Figura 8. Tavolettina Grafica.

risultato non può rivelare quelle informazioni che soggiacciono alla strategia di esecuzione e di pianificazione del disegno.

Infatti la maggior parte degli studi sul disegno sono di tipo qualitativo e soggettivo, e si basano sull'esperienza dell'osservatore, con l'eccezione di alcuni casi in cui è stata usata una tavoletta grafica computerizzata per estrarre alcuni parametri quantitativi nel tracciato della scrittura di bambini LD<sup>142</sup> (quali il numero di lettere al minuto, la distanza tra le lettere, la velocità) ed altri in cui la tavoletta computerizzata è stata usata per studiare le strategie grafiche dei bambini LD<sup>143</sup> (cioè il punto di partenza del disegno, la sequenza del disegno e la pressione).

Dunque, lo studio della disabilità relativa ai disturbi di scrittura e di apprendimento rimane al giorno d'oggi basata principalmente su una

---

<sup>142</sup> Rosenblum, S., Goldstand, S., Parush, S. (2006). *Relationships among biomechanical ergonomic factors, handwriting product quality, handwriting efficiency, and computerized handwriting process measures in children with and without handwriting difficulties*. American Journal of Occupational Therapy, 60, pp.28–39.

<sup>143</sup> Khalid, P. I., Yunus, J., Adnan, R., Harun, M., Sudirman, R., Mahmood, N. H. (2010). *The use of graphic rules in grade one to help identify children at risk of handwriting difficulties*. Research in Developmental Disability, 31(6), pp. 1685–1693

valutazione soggettiva o almeno semi-quantitativa. L'analisi quantitativa cinematica del disegno è ovviamente un settore di ricerca promettente per quanto riguarda lo studio dei movimenti della mano nella scrittura che impediscono<sup>144</sup> od interferiscono con i normali processi di scrittura<sup>145</sup>, in quanto permetterebbe integrare gli strumenti di valutazione tradizionali e di facilitare lo scoring dei test slegandoli dal fattore interpretativo.

### **3.3. Sistema di Analisi Multifattoriale Integrata per la Valutazione del Movimento Umano**

Lo scopo dell'analisi del movimento è di fornire, tramite la misura strumentale, informazioni quantitative sullo stato funzionale normale o patologico di un soggetto nell'esecuzione di un determinato movimento<sup>146</sup>. L'analisi del movimento nasce in relazione alla richiesta della medicina ortopedica di avere informazioni accurate rispetto alle

---

<sup>144</sup> Galli, M., Vimercati, S.L., Stella, G., Caiazza, G, Norveti, F., Onnis, F, Rigoldi, C. & Albertini, G. (2011). *A new approach for the quantitative evaluation of drawings in children with learning disabilities*. Rivista: Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal. Orlando, FL: Elsevier, pp. 1004 – 1010.

<sup>145</sup> Khalid, P. I., Yunus, J., Adnan, R., Harun, M., Sudirman, R., & Mahmood, N. H. (2010). *The use of graphic rules in grade one to help identify children at risk of handwriting difficulties*. Research in Developmental Disability, 31(6), pp.1685–1693

<sup>146</sup> Cappello A., Cappozzo A., Di Prampero P. E., *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore 2003

esecuzione di determinati task motori. Queste tecnologie si sviluppano principalmente per l'analisi biomeccanica del cammino<sup>147</sup>.

Tramite i sistemi strumentali di analisi del movimento si possono avere informazioni inerenti alla cinematica dei segmenti ossei e del Centro di Massa Corporeo, alle forze ed i momenti scambiate con l'ambiente, e alla dinamica articolare<sup>148</sup>.

La definizione di modelli morfologici che rispettano le caratteristiche funzionali del corpo umano consente di misurare o stimare queste grandezze.

Nell'analisi del movimento si possono misurare tre tipi di dati:

- dati cinematici che riguardano gli spostamenti dei segmenti corporei (misurati attraverso sistemi di motioncapture);
- dati dinamici ovvero le forze e i momenti angolari (misurati utilizzando dinamometri);
- dati elettromiografici, che riguardano l'attività elettrica muscolare (misurati per mezzo di elettrodi).

Le tecnologie solitamente presenti in un Laboratorio di Analisi del Movimento (LAM) sono:

- sistemi di motion capture, sistemi in grado di fornire la stima dei dati di cinematica;

---

<sup>147</sup> La valutazione clinica del cammino, effettuata attraverso un'analisi osservazionale del passo, consente di analizzare attentamente il comportamento dei diversi distretti articolari e/o segmenti (dalle dita del piede alla caviglia, ginocchio, anca e pelvi e tronco) durante le singole fasi del ciclo del passo (gait cycle). Si ottengono in tal modo informazioni qualitative utili ad individuare le principali deviazioni del cammino.

<sup>148</sup> Cappello A., Capozzo A., Di Prampero P. E., *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore 2003.



- piattaforme di forza: sistemi in grado di misurare il sistema di forze scambiate al terreno;
- elettromiografi: sistemi in grado di acquisire il segnale elettrico associato alla contrazione mediante elettrodi superficiali;
- piattaforme di pressione: sistemi in grado di misurare la distribuzione delle pressioni mediante l'utilizzo di una matrice di sensori.

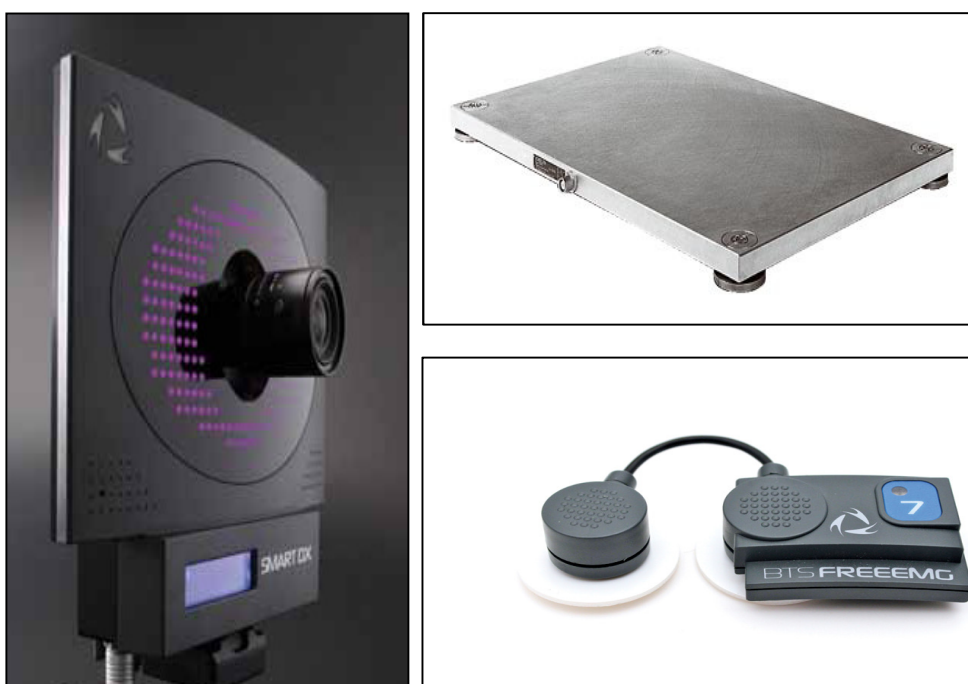


Figura 9. Sistemi di Analisi Multifattoriale Integrata. Videocamera a infrarossi. Piattaforma di Forza. Elettromiografico.

Conoscendo il sistema di forze scambiate al terreno ed acquisita la cinematica mediante i sistemi optoelettronici e quindi possibile calcolare, i centri di rotazione articolari, i momenti e le potenze alle diverse articolazioni tramite le equazioni di dinamica inversa di Newton- Eulero.

La caratteristica di queste tecnologie è che acquisiscono tutte queste informazioni in maniera sincrona ed integrata, da qui sistemi multifattoriali integrati di analisi.

Esistono due categorie di sistemi di motion capture:

- i sistemi ottici a marker attivi, passivi o markerless
- i sistemi non ottici<sup>149</sup> (elettromeccanici, magnetici, inerziali, acustici e fibre ottiche)

I sistemi a marker passivi<sup>150</sup> rappresentano ad oggi il “gold standard” per l’analisi cinematica. Una delle caratteristiche di unicità di questi sistemi digitali sta nella possibilità di ottenere dati ad alte frequenze di acquisizione.

Un sistema ottico a infrarossi per la stima del movimento umano a marcatori passivi prevede una struttura di acquisizione (telecamere, illuminatori, schedi di acquisizione) e una infrastruttura software di elaborazione. Le videocamere utilizzate da questi sistemi sono dotate di dispositivi per la rilevazione del segnale luminoso e la trasduzione in segnale elettrico quali i sensori CCD (charge coupled device) o CMOS (complementary metal oxide semiconductor)<sup>151</sup>. I marker, di forma sferica o semisferica, vengono posti sul soggetto in esame in determinati punti di repere anatomico<sup>152</sup>. La luce ad infrarossi viene

---

<sup>149</sup> Perry, J. (2005). *Analisi del Movimento*. Elsevier Editore.

<sup>150</sup> Medved, V. (2001) *Measurement of human locomotion*. Boca Raton, USA: CRC Press.

<sup>151</sup> Cappello A., Cappozzo A., Di Prampero P. E. (2003). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

<sup>152</sup> I punti di repere sono una serie di punti e linee individuabili utilizzando le parti dello scheletro apprezzabili durante un'esplorazione superficiale del corpo.

riflessa da questi e catturata dalle telecamere come un punto luminoso sulla scena.

Il sistema di ottico di analisi cinematica ricostruisce la posizione tridimensionale del marker in ogni istante di tempo.

Per la ricostruzione del marker il sistema deve disporre almeno di due telecamere, in modo da ottenere una immagine tridimensionale del marker attraverso la cosiddetta procedura di triangolazione, che viene realizzata tramite la combinazione delle immagini bidimensionali provenienti da ogni telecamera. Affinché sia possibile la ricostruzione della posizione tridimensionale del marker devono essere noti l'orientamento e la posizione di ciascuna telecamera<sup>153</sup>.

Questi ed altri parametri che descrivono il processo di proiezione su ogni telecamera, indispensabili per la ricostruzione tridimensionale, vengono calcolati nella fase di calibrazione<sup>154</sup> del sistema.

---

<sup>153</sup> Cappello A., Cappozzo A., Di Prampero P., E.(2003). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

<sup>154</sup> La calibrazione del sistema consiste nella determinazione dei parametri geometrici delle telecamere, operazione necessaria per la ricostruzione della scena tridimensionale. I parametri geometrici si dividono in parametri interni, quali la lunghezza focale, le coordinate del punto principale e i coefficienti di distorsione, e i parametri esterni ovvero la posizione del sistema di riferimento della telecamera rispetto al sistema di riferimento assoluto.

La calibrazione statica consiste nel posizionare la terna di riferimento di dimensioni note, sulla cui superficie sono fissati dei marker, all'interno dell'area di cattura e serve per fissare l'origine e la direzione degli assi. È necessario ricordare nella definizione del volume di acquisizione, che ogni marker deve essere visto da almeno due o tre camere. Il software permetti calibrazione e cattura, permette tramite finestre di controllo, di verificare tutte le camere collegate.

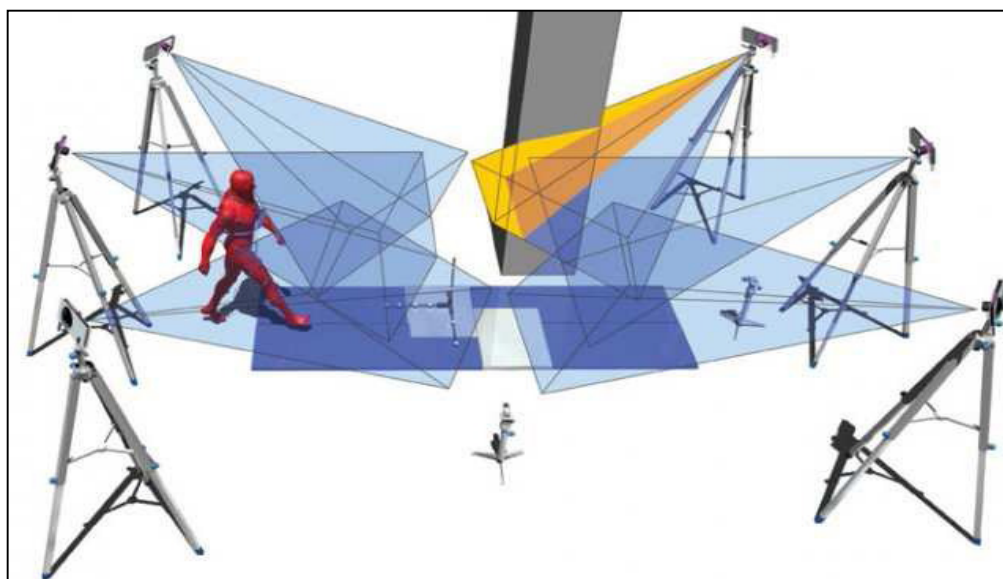


Figura 10. Calibrazione del Sistema.

Dopo aver concluso la parte di calibrazione delle telecamere è possibile ricostruire la posizione dei marker nello spazio.

Acquisito il dato cinematico si passa all'elaborazione del dato, in questa fase vengono utilizzati appositi software che servono al tracciamento e alla denominazione del marker (tracking e labelling) che permettono di eliminare dalla acquisizione quelle parti di traiettorie che non sono

---

La calibrazione dinamica consiste nel muovere un asse della terna in maniera casuale all'interno del volume presunto di cattura. Serve per calcolare la posizione e l'orientazione delle camere e per effettuare la linearizzazione.

Il "Laboratorio di Analisi del Movimento e valutazione delle attitudini motorie" dell'Università degli Studi di Salerno dispone di un sistema BTS Smart D che utilizza l'algoritmo di calibrazione THOR2. La caratteristica di questo algoritmo sta nel fatto che in fase di calibrazione statica solo 3 camere del sistema devono inquadrare la totalità della terna. Affinché la procedura di calibrazione riesca le altre camere devono avere il cono ottico adiacente a quelli delle ottiche sul riferimento.

coerenti con l'andamento naturale del marker e i cosiddetti marker fantasma.

Tracciati e nominati i marker si procede con la parte di analisi del dato utilizzando programmi che permettono di sviluppare algoritmi di calcolo che consentono di gestire i dati provenienti dalla differenti tecnologie.

### 3.3.1. Convenzione sulla Cinematica Articolare. I Sistemi di Riferimento.

Una volta ottenute le coordinate istantanee tridimensionali, e quindi le traiettorie, dei marcatori è possibile stimare la cinematica che comporta, per definizione, la ricostruzione della posizione e dell'orientamento relativo dei sistemi di riferimento solidali al segmento osseo o all'oggetto sotto esame. Un ipotesi fondamentale è la assunzione di rigidità dei segmenti che compongono il modello biomeccanico scelto per l'indagine.

In generale questo corrisponde a calcolare l'andamento temporale, durante l'esecuzione dell'atto motorio d'interesse, di sei grandezze scalari (tre relative all'orientamento e tre alla posizione) definite rispetto ai sistemi di riferimento articolari o anatomici in maniera opportuna.

I sistemi di riferimento coinvolti nel calcolo della cinematica sono fondamentalmente di tre tipi:

- Il sistema di riferimento globale: questo è un sistema di assi rispetto al quale il sistema fotogrammetrico fornisce le oordinate

ricostruite dei marcatori, esso è arbitrariamente definito nello spazio del laboratorio;

- Il sistema di riferimento locale (o tecnico): questo è un sistema arbitrario rigidamente associato ad un segmento osseo, che viene ricostruito utilizzando la posizione istantanea di marcatori non allineati collocati sul segmento d'interesse ( affinché il problema sia determinato i marcatori devono essere almeno tre);
- il sistema di riferimento anatomico: è un sistema i cui piani approssimano i piani anatomici e viene determinato utilizzando i relativi punti di repere anatomico identificabili per palpazione (è un quindi un sistema introdotto per soddisfare requisiti di ripetibilità intra – e inter – soggettiva).

Avendo definito i sistemi di riferimento anatomici come sopra indicato è evidente la possibilità di stimare la posa (vettore posizione e matrice di orientamento) del sistema di riferimento anatomico rispetto a qualunque altro sistema di riferimento locale e, di conseguenza, anche rispetto al sistema di riferimento globale.

### **3.4. Potenzialità dei sistemi integrati di analisi del movimento nella valutazione del tratto grafico**

Quando si parla di Analisi del movimento si tende a pensare all'analisi del cammino, non a caso i primi laboratori erano denominati Laboratori di Gait Analysis. Il miglioramento delle specifiche tecniche di questi strumenti e la semplificazione degli interfaccia utente dispositivo hanno

permesso l'applicazione di questi strumenti nella valutazione di azioni motorie differenti dal cammino. Movimenti semplici o complessi riguardanti l'arto superiore o inferiore sono diventati oggetto di studio dell'analisi del movimento. I campi di interesse variano dallo sportivo al clinico. Questa possibilità di riferirsi a diverse azioni motorie e a diversi ambiti ha fatto sì che tali laboratori prendessero il nome di Laboratori di Analisi del Movimento.

È attuale pensare l'utilizzo di questi sistemi anche nella valutazione delle abilità grafiche del bambino.

L'enorme potenzialità di queste tecnologie nello studio del tratto grafico risiede nella possibilità di avere differenti informazioni durante l'esecuzione del disegno o della scrittura. Infatti oltre alle possibili indicazioni sulle caratteristiche spazio temporali del tratto, si possono ottenere contemporaneamente indicazioni sull'atteggiamento posturale del soggetto e sulla attività elettrica muscolare.

Gli studi condotti con queste tecnologie sulle abilità grafiche sono molto pochi e ad oggi non esistono classi di riferimento sugli indici estrapolati dalle analisi condotte. Il sistema optoelettronico permettono di strutturare dei protocolli con *environment* di lavoro meno invasivo rispetto alle tavolette grafiche in quanto la registrazione del movimento della penna avviene tramite dei marker posizionati sulla stessa.

#### 3.4.1. Protocollo sperimentale per l'analisi delle Abilità Grafo Motorie

La specifica attività di ricerca si inserisce nell'ambito delle azioni di screening della didattica speciale volte a evidenziare importanti

informazioni che soggiacciono alla pianificazione e alla produzione del disegno.

Il progetto parte dalla volontà di verificare la possibile integrazione delle scale di valutazione tradizionali con sistemi digitali, per questo motivo e per essere uno strumento predittivo delle abilità di scrittura dei bambini si è scelto di adottare come base di lavoro il test del VMI. In particolare l'attenzione è stata rivolta alla prima pagina del test.

Il lavoro sperimentale è stato realizzato grazie alla collaborazione del gruppo di ricerca del "Laboratorio di analisi del movimento e di valutazione delle attitudini motorie" e l'Istituto di riabilitazione Gambardella, nel quadro di un programma di implementazione dei test di valutazione tradizionali riguardante la disgrafia. Il gesto grafico è stato acquisito con un sistema optoelettronico a sei telecamere (BTS SMART-D, Italia), con una frequenza di acquisizione di 70 Hz, e con un sistema video integrato (Vixta, BTS, Italia) per la videoregistrazione. La calibrazione del sistema viene effettuata utilizzando una terna di riferimento con gli assi di 20cm. La terna abituale per la calibrazione ha una dimensione per asse di 100cm.



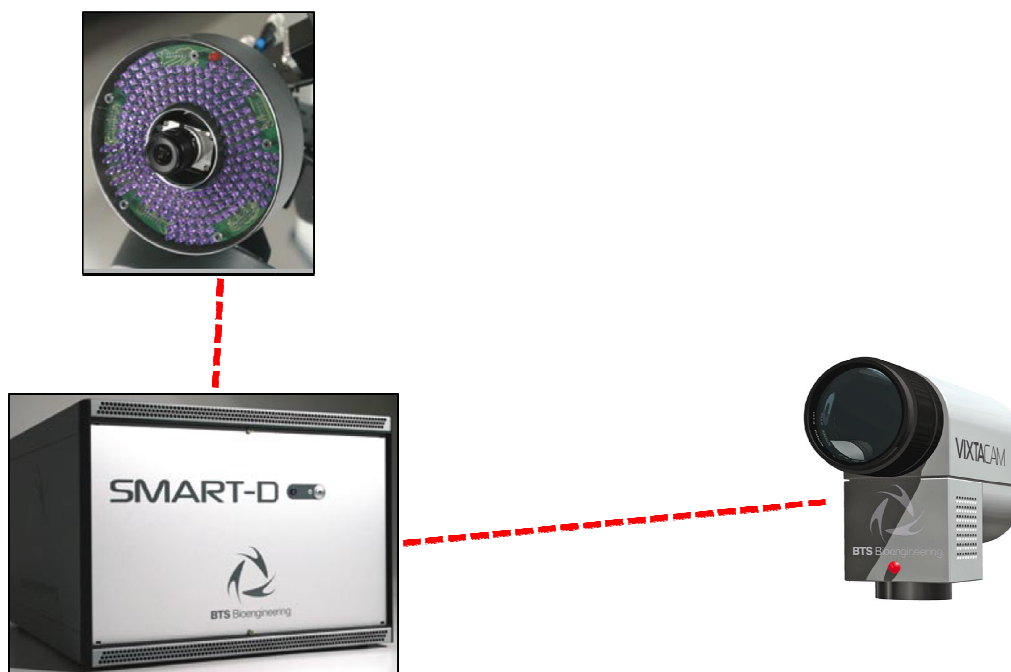


Figura 11. Sistema Smart D140.

La necessità di una terna di riferimento più piccola nasce dall'esigenza di ottimizzare la risoluzione del sistema per i movimento fine motori.

### 3.4.2 Marker Set

Una delle caratteristiche principali di questo protocollo risiede nella possibilità di far utilizzare il foglio di lavoro del VMI e la penna preferita dal soggetto che esegue il test.

Il marker set del protocollo prevede il posizionamento di due marker sulla parte superiore del foglio nelle zone laterali di destra e di sinistra. Questi marker sono denominati rispettivamente “Foglio r” e “Foglio l”. Il marker set della penna prevede due condizioni differenti che vengono identificati con i nomi (modello) “penna statica” e “penna dinamica”.

In “penna statica” vengono posizionati 4 marker, uno sul tappo denominato “tappo”, uno sulla punta denominato “punta” e due in posizione arbitraria sul corpo dello strumento che chiameremo “penna 1” e “penna 2”.

La configurazione “penna dinamica” non ha rispetto a “penna statica” il marker “punta” (Fig.7).

Il protocollo prevede prima dell'inizio della sperimentazione una processo di doppia acquisizione. Si compie una prima acquisizione ponendo la penna in configurazione di marker set “penna statica” al centro del volume di acquisizione e, quindi, si procede alla cattura con il sistema optoelettronico. Questa acquisizione prende il nome di “Tratto statico”.

Nelle acquisizioni relative all'esecuzione del test, si utilizza la penna con la configurazione “penna dinamica”. Tali acquisizioni prendono il nome di “Tratto dinamico”. Il software utilizzato per l'acquisizione dei dati è lo Smart Capture (BTS).



Figura 12. Marker Set della Penna e del Foglio.

### 3.4.3. Protocollo di calcolo

Dopo avere provveduto alla fase di tracking e labelling delle acquisizioni “Tratto statico” e “Tratto dinamico” con il software Smart Tracker (BTS) ed aver rimosso le eventuali tracce fantasma si è proceduto a sviluppare il protocollo di calcolo. La particolarità di questi sistemi impone la necessità di avere delle acquisizioni per sviluppare l'algoritmo di calcolo. Il software utilizzato per lo sviluppo dell'algoritmo è lo Smart Analyzer (BTS).

Si procede in acquisizione penna statica a calcolare la posizione del marker punta rispetto a un sistema di riferimento opportunamente costruito, denominato sistema locale di “Riferimento della Penna” (Rif.penna), utilizzando i marker “tappo”, “penna 1” e “penna 2”.

La terna ottenuta è, per costruzione, solidale al piano individuato dai tre marker.

La procedura di costruzione per il sistema locale di Rif.penna si ripete nelle acquisizioni “Tratto Dinamico”.

Ottenuta la posizione del marker punta rispetto al Rif.penna nella acquisizione statica<sup>155</sup> possiamo ricostruire la posizione della punta della penna nell'acquisizione “Tratto Dinamico” avendo costruito il riferimento locale Rif.penna con gli stessi marker anche in “Tratto Dinamico”

---

<sup>155</sup> La penna è considerata come un corpo rigido. In fisica un corpo rigido è un oggetto materiale le cui parti sono soggette al vincolo di rigidità, ossia è un corpo che sia quando è fermo sia quando cambia posizione non si deforma mai.

Il marker virtuale “Punta” consente di conoscere le effettive traiettorie della punta della penna durante l'esecuzione del test.

I due marker sul foglio permettono la costruzione del sistema di riferimento del compito motorio che è denominato del Tratto Grafico (Rif.Tratto). Come origine del sistema di riferimento viene scelto il marker “foglio 1”. I versori utilizzati nella costruzione del sistema di riferimento sono il versore con direzione dell'asse verticale del sistema di riferimento del laboratorio  $V_y$ , il versore  $V_x$  che ha come direzione la congiungente di foglio r con foglio l . Dal prodotto vettoriale dei due versori  $V_y$  e  $V_x$  si ottiene  $V_z$ . La direzioni dei versori ottenuti e l'origine scelta definiscono la terna di riferimento.

Individuato il sistema del compito motorio si provvede a una cambio di coordinate del Marker Virtuale Punta dal sistema di riferimento globale al sistema locale Rif.Tratto, in modo da ottenere gli spostamenti della penna rispetto all'orientamento del foglio.

Le misure ottenute per la pagina del Test VMI scelta sono:

- La lunghezza Totale della Traccia.
- La lunghezza della Traccia relativa alla fase aerea.
- La lunghezza della Traccia relativa alla fase di disegno.
- Il Tempo Totale di esecuzione
- Il Tempo Relativo alla fase Aerea
- Il Tempo Relativo alla fase di disegno
- Il tempo che intercorre dalla fine di una figura all'altra
- Lunghezza della traccia aerea da una figura all'altro

Vengono misurate per ogni figura:

- La lunghezza della traccia.

- Il Tempo di Esecuzione.
- La velocità media del tratto.

La verifica della linea verticale e orizzontale rispetto agli standard previsti dal test<sup>156</sup> è realizzata tramite un apposito algoritmo che prevede la divisione del tratto in 10 parti, per ogni segmento viene calcolata la sua inclinazione rispetto agli assi del riferimento locale Rif.Tratto. I segmenti della linea verticale e orizzontale rispettivamente con l'asse delle Z e l'asse delle X. Il calcolo dell'eccentricità cioè il rapporto tra i 2 diametri maggiori consente di valutare la realizzazione del cerchio.

Per consentire la valutazione qualitativa da parte dell'operatore nel Report sono presenti la rappresentazione generale del disegno e delle singole figure.

---

<sup>156</sup> Il Test del VMI prevede per un scoring positivo della linea verticale che più del 50% del tratto deve avere una inclinazione inferiore a 30° rispetto all'asse verticale del foglio. La linea orizzontale per un scoring positivo deve avere più del 50% del tratto con una inclinazione inferiore a 30° rispetto alla linea orizzontale del foglio. Per il cerchio il rapporto tra i due diametri maggiori deve avere una eccentricità maggiore di 0.5.

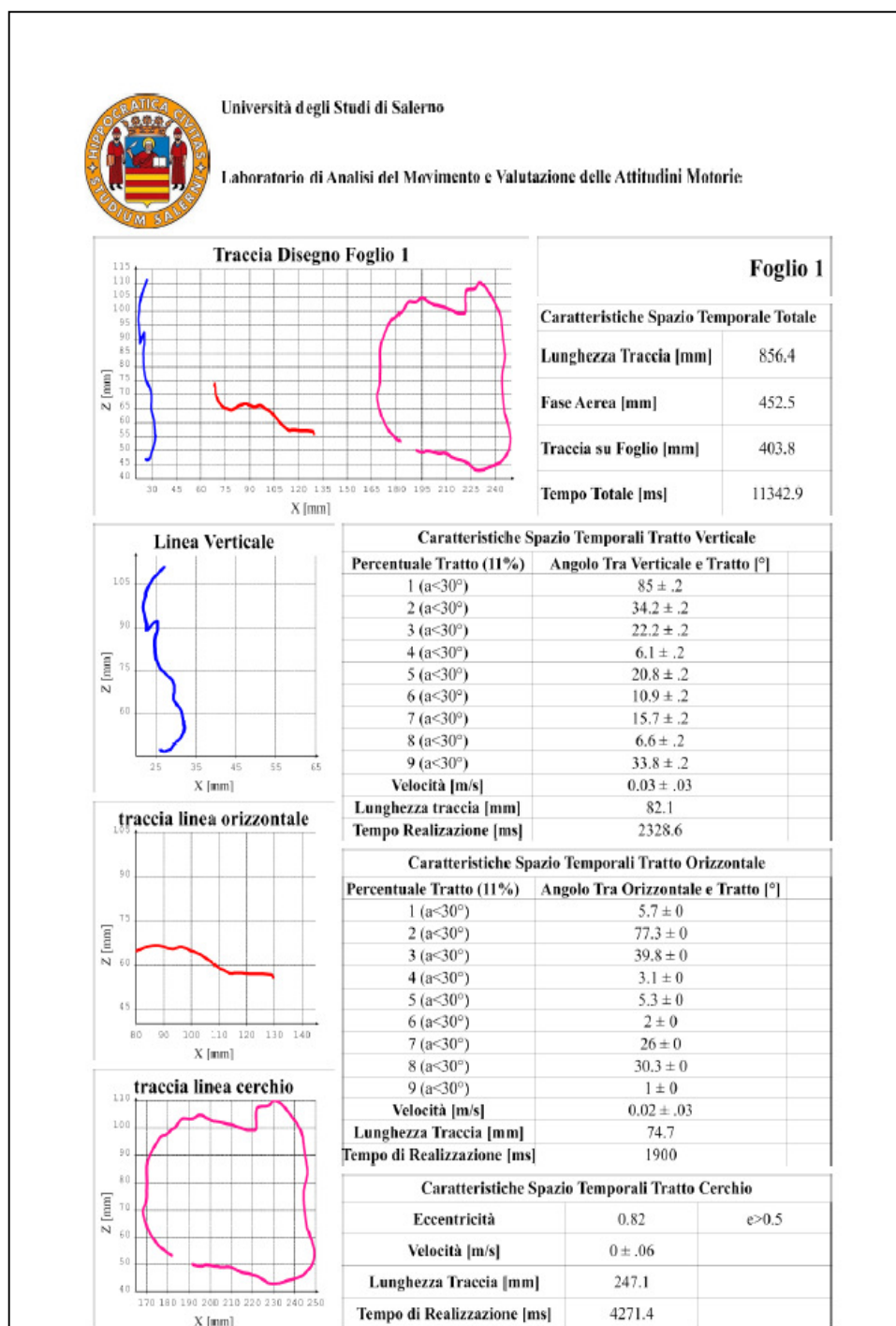


Figura 13. Report Conclusivo.

### 3.5. Conclusioni

Le tecnologie per l'analisi del movimento nello studio delle abilità grafo motorie possono essere di notevole supporto ai sistemi di valutazione tradizionale, in quanto consentono di ottenere informazioni quantitative che non potrebbero essere ottenute dalla sola osservazione del test. L'accuratezza della misura, garantita dalle caratteristiche dello strumento<sup>157</sup>, permette di avere delle informazioni affidabili che consentono di pensare a questi supporti come mezzi fondamentali per la ricerca sui problemi inerenti alle abilità grafiche.

L'analisi del movimento deve essere considerata un utile supporto di integrazione ai test già esistenti e non come uno strumento sostitutivo<sup>158</sup>. La presenza di un operatore esperto che segua il bambino in tutta l'esecuzione del test è un elemento imprescindibile alla base della stessa riuscita e comprensione dei risultati<sup>159</sup>.

L'operatore in questa visione può agevolarsi del supporto tecnologico in fase di scoring, per ridurre le problematiche relative all'interpretazione della figura, ed unire l'esperienza sul campo ad elementi nuovi che difficilmente avrebbe potuto cogliere con la semplice osservazione. Tra questi elementi nello studio della disgrafia assume notevole importanza

---

<sup>157</sup> Cappello A., Cappozzo A., Di Prampero P. E. (2003). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

<sup>158</sup> Baratto, L., Farinelli, M., Simonini, M., Gardella, M., Betti, E. (2003). *Problematiche cliniche in riabilitazione*. In A., Cappello, A., Cappozzo, P. E, Di Prampero (Eds.). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore. pp.344

<sup>159</sup> Beery KE, Buktenica NA. *Developmental Test of Visual-Motor Integration – Revised*. Follett Publishing Company, Chicago 1989.

lo studio della pianificazione e il tempo relativo all'individuazione del punto di inizio della traccia da parte del bambino<sup>160</sup>. L'ambiente di lavoro permette di ottenere delle misurazioni che non sono influenzate dal dispositivo in quanto, il soggetto può utilizzare un normale foglio di carta e la sua penna o matita.

La flessibilità di programmazione dei software permette di sviluppare protocolli modulabili secondo le richieste provenienti dai diversi ambiti di studio che si interessano dei problemi grafo motori. Oltre, infatti, allo studio delle caratteristiche della traccia possono essere sviluppati dei protocolli che consentono di fornire informazioni sulla postura del soggetto durante l'esecuzione del test, come la posizione del capo e del tronco rispetto al foglio e l'angolo articolare del polso.

Lo strumento per le sue caratteristiche può essere anche un valido supporto nei processi di rieducazione del soggetto con disturbi grafo-motori, favorendo il lavoro del riabilitatore, nel controllo del percorso rieducativo adottato.

L'acquisizione di questi dati si spera che nel prossimo futuro possa consentire di sviluppare una database adeguato a redigere delle classi di normalità che potrebbero essere un utile strumento sia nella identificazione che nella rieducazione.

I limiti di questi strumenti sono legati al costo elevato e alla necessità di personale esperto per la gestione del sistema.

---

<sup>160</sup> Rosenblum, S., Goldstand, S., Parush, S. (2006). *Relationships among biomechanical ergonomic factors, handwriting product quality, handwriting efficiency, and computerized handwriting process measures in children with and without handwriting difficulties*. American Journal of Occupational Therapy, 60, pp.28–39.



L'auspicio delle attività di ricerca del “Laboratorio di Analisi del Movimento e di Valutazione delle attitudini Motorie” è di sviluppare strumenti di valutazione che consentano di acquisire nuove informazioni sulla relazione esistente tra il disegno e la capacità cognitive del bambino, per questo motivo a breve sarà avviata un progetto di campionamento su larga scala per acquisire il maggior numero di informazioni possibili sulle caratteristiche tipiche delle abilità grafo motorie nei bambini.

## BIBLIOGRAFIA

D.P.R. 8 marzo 1999, n. 275. Regolamento recante norme in materia di autonomia delle istituzioni scolastiche, ai sensi dell'art. 21 della legge 15 marzo 1997, n. 59

Legge 28 marzo 2003, n. 5. "Delega al Governo per la definizione delle norme generali sull'istruzione e dei livelli essenziali delle prestazioni in materia di istruzione e formazione professionale" (GU n. 77 del 2 Aprile 2003)

Legge n. 170 del 8 ottobre 2010. Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico (GU n. 244 del 18-10-2010).

Legge 5, n. 104 Febbraio 1992. Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate (in GU del 17 febbraio 1992, n. 39)

Abell, S., C., von Briesen, P., D., Watz, L., S. (1996). *Intellectual evaluations of children using human figure drawings: An empirical investigation of two methods*. Journal of Clinical Psychology.

Amundson, SJ. *Handwriting: Evaluation and intervention in school settings*. In Case-Smith J, Pehoshi C, eds. Development of hand skills in the child. American Occupational Therapy Association, Rockville 1992.

Associazione italiana dislessia. (2009). Disturbi evolutivi specifici di apprendimento. Raccomandazioni per la pratica clinica di dislessia, disortografia, disgrafia e discalculia. Trento: Erickson, pp. 7 – 9.

Baratto, L., Farinelli, M., Simonini, M., Gardella, M., Betti, E. (2003). *Problematiche cliniche in riabilitazione*. In A., Cappello, A.,Cappozzo, P., E, Di Prampero (Eds.). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

Bayoglu, B. U., Bakar, E. E., Kutlu, M., Karabulut, E., & Anlar, B. (2007). *Can preschool developmental screening identify children at risk for school problems?*. *Early Human Development*, 83.

Baratto, L., Farinelli, M., Simonini, M., Gardella, M., Betti, E. (2003). *Problematiche cliniche in riabilitazione*. In A., Cappello, A.,Cappozzo, P. E, Di Prampero (Eds.). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

Beery, K.,E, Buktenica N.,A. (1989) *Developmental Test of Visual-Motor Integration – Revised*. Follett Publishing Company, Chicago.

Bernstein, N. (1967). *The coordination and regulation of movement*. London: Pergamon

Bizzi, E., Mussa – Ivaldi, F., A. (1989). *Computation underlying the execution of movement: a Biological perspective*. *Science*, 253.

Bullock, D., Grossberg, S., Mannes, C.(1993). *A neural network model for cursive script production*. *Biological Cybernetics*, 70.

Bumin, G., Kavak, S. T. (2010). *An investigation of the factors affecting handwriting skill in children with hemiplegic cerebral palsy*. *Disability and Rehabilitation*.32(8).

Cappello A., Cappozzo A., Di Prampero P. E.(2003). *Bioingegneria della postura e del movimento*. Patron Editore.

Chapman, L.,J, Wedell, K.(1972) *Perceptual-motor abilities and reversal errors in children's handwriting*. J Learning Dis;5:pp.321–25.

Cornhill, H., Case-Smith, J.(1996) *Factors that relate to good and poor handwriting*. Am J Occup Ther. Oct;50(9).

Cromer, R., F. (1983). *Hierarchical planning disability in drawings and construction of a special group of severaly aphasic children*. Brain and Cognition, 2, pp.144-164  
D'amico, A. (2002). *Lettura, scrittura, calcolo. Processi cognitivi e disturbi dell'apprendimento*. Roma: edizioni Carlo Amore.

De Ajuriaguerra, J.(1971) *L'écriture de l'enfant*. Delachaux & Niestlé.

De Santis, M. (1986). *Voce e linguaggio: compendio di foniatria e logopedia*. Padova: Piccin.

Di Brina, C., Becciu, M., Capozzi, F.(2007) *La Disgrafia Evolutiva: Sintomo o Deficit Specifico? Dati preliminari*. Psichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza ; vol. 74.

Divieti, L., (1997). *Sistemi biologici di controllo*. Ed CUSL , Milano 1977.

Elliott, J., M, Connolly K., J.,(1984) *A classification of manipulative hand movements*. Dev Med Child Neurol. Jun;26(3).

Ellis, A. (1979). *Slips of the Pen*. Visible Language, 13.

Ellis, A. W., Editor, (1982). *Normality and pathology in cognitive functions*, Academic Press, London.

Fedrizzi, E. (2004) *I disordini dello sviluppo motorio*. Piccin ed. Padova  
Fisher, A, Murray, E, Bundy, A.(1991). *Sensory Integration: Theory and Practice*. FA Davis, Philadelphia.

Flash, T., Hogan, N. (1985). *The coordination of arm movements: An experimentally confirmed mathematical model*. The Journal of Neuroscience, 5, p.1669-1703

Fundarò, C. (2007). *La pediatria entra in classe*. Milano: Vita e pensiero.

Freeman, F.N. (1959). *A new handwriting scale*. Elementary School Journal, 59, pp.218–221.

Frith, U. (1985). *Beneath the surface of developmental dyslexia*. In K. Patterson, J. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface Dyslexia, Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading*. (pp 301-330). London: Erlbaum.

Frith, C. (2007). *Inventare la mente. Come il cervello crea la nostra vita mentale*, (translated by M. Berlingeri, L. Guzzardi), Milano, Raffaello Cortina.

Galli, M., Vimercati, S.L., Stella, G., Caiazzo, G, Norveti, F., Onnis, F, Rigoldi, C. & Albertini, G. (2011). *A new approach for the quantitative evaluation of drawings in children with learning disabilities*. Rivista: Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal. Orlando, FL: Elsevier.

Geuze, R.,H., Jongmans, M.,J., Shoemaker, M.,M., Smits-Engelsman, B.,C.,M.(2001). *Clinical and research diagnostic criteria for*

*developmental coordination disorder: a review and discussion.* Human Movement Science, 20 (1-2).

Gilboa, Y., Josman, N., Fattal-Valevski, A., Toledano-Alhadeef, H., Hammill, D.,D. (1990). *On defining learning disabilities: an emerging consensus.* Journal of Learning Disabilities, 23.

Goodnow, J., J., Levine, R. (1973). *The Grammar of Action: Sequence and syntax in children's copyin.* Cognitive Psychology, 4.

Goodnow, J.(1977). *Children drawing.* Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Greer, K.,L., Green, D., W. (1983). *Context and motor control in handwriting.* Acta Psychologica, 54.

Hamstra-Bletz, E., De Bie, J., den Brinker, B., P., O., L. (1987). *Beknopte beoordelingsmethode voor kinderhandschriften* [The concise assessment method for children handwriting]. Lisse: Swets and Zeitlinger.

Hamstra-Bletz, L, Blöte, AW., A (1993). *longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school.* J Learn Disabil. Dec;26(10).

Henderson, S., E., Sugden, D., A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children; Manual.* Sidcup, Kent: The Psychological Corporation Harcour Brace Jovanovic.

Hughes, A., E. (1966). *Self Analysis from your handwriting.* New York: Grosset & Dunlap.

Khalid, P. I., Yunus, J., Adnan, R., Harun, M., Sudirman, R., & Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1983). *The law relating the*

*kinematic and figural aspects of drawing movements. Acta Psychologica, 54.*

Laquiniti, F., Terzuolo, C., Viviani, P. (1984). *Global metric properties and preparatory process in drawing movements. In S.Kornblum & J.Requin (Eds.), Preparatory state and processes. pp.357-370. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.*

Levy, J., Reid, M., L. (1976). *Variation in writing posture and cerebral organization. Science, 194*

Mahmood, N. H. (2010). *The use of graphic rules in grade one to help identify children at risk of handwriting difficulties. Research in Developmental Disability, 31(6)*

Maeland, A.,F. (1992 ). *Handwriting and perceptual-motor skills in clumsy, dysgraphic, and 'normal' children. Percept Mot Skills. Dec;75(3 Pt 2).*

Marcelli, D. (2006). *Psicopatologia del bambino. Milano: Masson.*

Margolin, D., I., Wing, A., M.(1983). *Agraphia and Micrographia. Clinical Manifestation of motor programming and performance disorder. Acta Psychologica, 54.*

Mati-Zissi, H., Zafiropoulou, M., & Bonoti, F. (1998). *Drawing performance in children with special learning difficulties. Perceptual Motor Skills, 87(2).*

McCloskey, M., Badecker, W, Goodman-Schulman, R.A., Aliminosa, D. (1994). *The structure of graphemic representations in spelling:*

*Evidence from a case of acquired dysgraphia*, Cognitive Neuropsychology, 11.

Meulenbroek, R., J., Thomassen A., J., W., M. (1991). *Stroke – direction preferences in drawing and handwriting*. Human Movement Science, 10 .

Medved, V.( 2001) *Measurement of human locomotion*. Boca Raton, USA: CRC Press.

Morasso, P. (1981). *Spatial control of arm movements*. *Experimental Brain Research*,42.

Morasso G., Sanguinetti V. (2003). *Biomeccanica della postura e del movimento*. Bologna. Pàtron Editore.

Oldfield, R., C. (1971). *The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory*, Neuropsychologia, 9.

Kandel, S., Soler, O., Valdois, S., Gros, C. (2006) *Graphemes as motor units in the acquisition of writing skills*. Reading and Writing 19.

Keele, S., W. (1987). *Sequencing and timing in skilled perception and action: An overview*. In A. Allport, D.MacKay, W. Prinz, E Scherer (Eds.), *Language Perception and Production*. London Accademic Press.

Nicolodi, G. (2011). *Il disagio educativo alla scuola primaria*. Milano: Franco Angeli.

Perry, J. (2005). *Analisi del Movimento*. Elsevier Editore.



Pizzi, A. (2007). *Psicologia della scrittura. Interpretazione grafologica di segni e tendenze del linguaggio scritto*. Roma: Armando Editore.

Polatajko, H., Fox, M., Missiuna, C. (1995) An International consensus on children with developmental coordination disorder. *Canadian Journal of occupational therapy*, 62, pp.3- 6.

Rivoltella Pier C. (2012.). *Neurodidattica, Insegnare al cervello che apprende*. Milano: Raffaello Cortina.

Roeltigin, D.(1985) Agraphia. In K.M. Heilman & E. Valenstin (Eds.), *Clinical neuropsychology* (Second Edition) (pp.75 -96). New York: Oxford University Press.

Rosenbaum, D.,A.(2010). *Human Motor Control*. Accademic Press.

Rosenblum, S., Dvorkin, A. Y., Weiss, P. L.(2006).*Automatic segmentation as a tool for examining the handwriting process of children with dysgraphic and proficient handwriting*. *Human Movement Science* 25.

Rosenblum, S., Goldstand, S., Parush, S. (2006). *Relationships among biomechanical ergonomic factors, handwriting product quality, handwriting efficiency, and computerized handwriting process measures in children with and without handwriting difficulties*. *American Journal of Occupational Therapy*, 60.

Rosenblum, S., & Livneh-Zirinski, M. (2008). *Handwriting process and product characteristics of children diagnosed with developmental coordination disorder*. *Human Movement Science*, 27(2).

Rosenblum, S. (2010). *The handwriting performance of children with NF1. Research in Developmental Disability*, 31(4).

Rutter M. (2011), Research Review: Child psychiatric diagnosis and classification: concepts, findings, challenges and potential, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52:6.

Temple, M., C. (1986), *Developmental Dysgraphias*, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A.

Sabbadini, L. (2005). *La disprassia in età evolutiva: criteri di valutazione ed intervento*. Milano: Springer – Verlag,.

Sainburg, R.(2002). *Evidence for a Dynamic dominance Hypothesis of Handedness*. *Experimental Brain Research*, 142.

Saltzman, E., Kelso, J., A., S. (1987). *Skilled action: a task dynamic approach*. *Psychological Review*, 94.

Schmidt, R., A. (1975). *A schema theory of discrete motor skill learning*. *Psychological Review*, 82.

Schmidt R.,A., Wrisberg C.,A. (2000). *Apprendimento motorio e prestazione*. Società stampa sportiva, Roma

Schneck, C.,M. (1991)*Comparison of pencil-grip patterns in first graders with good and poor writing skills*. *Am J Occup Ther*. Aug;45(8).

Sheppard, E., Ropar, D., & Mitchell, P. (2009). *Autism and dimensionality: Differences between copying and drawing tasks*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 39(7).

Sibilio, M. (2011) . *Il corpo e il movimento nella ricerca didattica*. Liguori Editore.

Sibilio, M. (2012). *Elements of complexity of motor assessment in a learning environment*. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa* . V . 8 .

Simner,W. Hulstijn & P.L.Girouard (Eds.), *Contemporary issues in the forensic, developmental and neurological aspects of handwriting*. Monograph of the association of forensic document examination, vol. 1 (pp. 17–43). Toronto, Canada: Association Forensic Document Examiners.

Smits-Engelsman, B.,C.,M., Van Galen, G.,P., Portier, S.,J. (1994a). *Psychomotor aspects of poor handwriting in children*. In M.L. Sheridan, M.,D.(1980). *Lo sviluppo del bambino dalla nascita a cinque anni*. Casa Ed. Ambrosiana, Milano.

Smith, W, M., McCrary, J., M., Smith, K., U. (1960). *Delayed visual feedback and behavior*. *Science*, 132.

Simner, M.,L.(1982) *Printing errors in kindergarten and the prediction of academic performance*. *J Learn Disabil*. Mar;15(3).

Stella, G. (2004). *La dislessia*. Bologna: Il Mulino

Thomassen, A., J., Teulings, H.-L. (1985). *Time,size, and shape in hadwriting: Exploring spatio – temporal relationship at different levels*. In J. A. Michon & J.B. jacksono (Eds.) *Time, mind, and behavior*. pp.253-263. Berlin:Springer.

- Teulings, H-L., Thomassen, A., J., Van Gallen, G., P. (1983). *Preparation of partly precued handwriting movements: The size of movements units in handwriting*. Acta Psychologic, 54.
- Tseng M.,H., Murray E.,A.(1994) *Differences in perceptual-motor measures in children with good and poor handwriting*. Occup Ther J Res;14.
- Van Sommers, P. (1984). *Drawing and cognition: Descriptive and experimental studies of graphic production processes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Sommers, P. (1986). *How the mind draws*. Psychology Today, May.
- Venturelli, A. (2004). *Dal gesto alla scrittura*. Mursia, Milano
- Viviani, P., Terzuolo, C. (1980) *Space – time invariance in learned motor skills*. In G.E. Stelmach &J. Requin (Eds.), *Tutorial in motor behavior* (p.552-533). Amsterdam: North - Holland
- Volman, M. J. M., Van Schendel, B. M., & Jongmans, M. J. (2006). *Handwriting difficulties in primary school children: A search for underlying mechanisms*. American Journal of Occupational Therapy, 60.
- Vredenbregt, J., Koster, W., G. (1971). *Analysis and synthesis of handwriting*. Philip Technical review, 32.
- Wann, J. (1987). *Trends in refinement and optimization of fine motor trajectories: observation from an analysis of the handwriting of primary school children*, Journal of Motor Behavior, 19.

Wann, J., Nimmo – Smith, I., Wing, A. (1988). *Relation between velocity and curvature in movement: equivalence and divergence between power law and minimum jerk model*. Journal of Experimental Psychology: Human Perception And Performance, 19.

Weil, M.,J, Amundson, S.,J. (1994).*Relationship between visuomotor and handwriting skills of children in kindergarten*. Am J Occup Ther. Nov-Dec;48(11):pp.982-8.

Wing, A., M.(1980) *The long and shor of timing in response sequences*. In G.E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*. p(p.469-486). Amsterdam: North – Holland

World Health Organization (1996) *Multiaxial Classification of Child and Adolescent Psychiatric Disorders: the ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders in Children and Adolescents*, Cambridge University Press.adequate.