



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA "GALILEO GALILEI"

Corso di Laurea di Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

IL RUOLO DELL'OPTOMETRISTA NEL TRATTAMENTO DEI DSA IN UN CONTESTO MULTIDISCIPLINARE

**The optometrist's role in the treatment of learning disability in a
multidisciplinary context**

Relatore:
Prof. Formenti Marino

Correlatore:
Prof. ssa Ortolan Dominga

Laureanda
Massarenti Alice
n° matr.1118871

Anno Accademico 2017 / 2018

Alla mia famiglia.

INDICE

1. Introduzione	1
2. DSA	3
2.1 La definizione	3
2.2 Le tipologie	4
2.3 I fattori di rischio	6
2.4 La diagnosi	7
3. Etiologia dei DSA	8
3.1 Ipotesi fonologica	10
3.2 Ipotesi uditiva	11
3.3 Ipotesi magnocellulare	12
4. La lettura	14
4.1 Sviluppo oculo-motorio del bambino	14
4.2 L'apprendimento visivo	18
4.3 Integrazione delle informazioni (SAS)	20
4.4 Abilità visive possedute da un normolettore	22
5. Alterazioni nelle abilità visive in soggetto con DSA	24
5.1 Alterazioni visive	25
5.2 Alterazioni visuo-motorie	31
5.3 Alterazioni visuo-spaziali	36
6. Il ruolo dell'optometrista	40
6.1 Test diagnostici optometrici	43
7. Case report	43
7.1 Soggetti e metodi	43

7.2 Strumenti	44
7.3 Le anamnesi	46
7.4 Le misurazioni	49
7.4 Discussione dei casi	50
Conclusione	62
Bibliografia	65
Ringraziamenti	

1. INTRODUZIONE

La visione è uno degli strumenti più importanti per l'uomo infatti, solo attraverso gli occhi raccogliamo tre bilioni di informazioni (1).

Molti sono i disturbi che riguardano la visione, alcuni più espliciti quali i vizi refrattivi, altri impliciti come i DSA. I disturbi specifici dell'apprendimento non sono materia esclusiva dell'optometrista, ma esso può dare un contributo consistente sia nella diagnosi sia nel trattamento, poiché in questi disturbi è molto forte la componente visiva anche se non unica (1).

Walter Bonatti in "I miei ricordi" afferma "Aprire una via logica ed elegante su una montagna richiede di saper individuare, nelle sue difficoltà, un percorso semplice e pulito per raggiungere la cima. È la stessa montagna a indicarlo. Certo bisogna impararne il linguaggio, conoscere e quindi utilizzarne le debolezze, intese come le migliori condizioni in cui la montagna si presenta" (2). Quindi per trattare i problemi di DSA è necessario conoscerli, approfondirli e capire quali sono i punti da poter potenziare. Con questo elaborato infatti si analizzano i diversi disturbi di apprendimento, il possibile ruolo dell'optometrista nella diagnosi e nel trattamento. È da precisare che la figura dell'optometrista non è l'unica coinvolta nella diagnosi e nel trattamento, e non potrà essere così nemmeno in futuro, data la natura eterogenea di questi disturbi (3) (4).

L'interesse per questo ampio e piuttosto discusso argomento è nato da un'esperienza lavorativa personale, in cui, a stretto contatto con una bambina presentante DSA, ho potuto notare quali sono le difficoltà e i limiti che i bambini incontrano con questi disturbi. È stato interessante soprattutto notare la porzione visiva che incideva sulle sue abilità di lettura, scrittura e calcolo: spesso seguiva il testo con il dito, aveva difficoltà a disporre i numeri in colonna, molte volte chiudeva un occhio per leggere o perdeva il segno tra una riga e l'altra, spesso si distraeva e tendeva a escludere i compiti che richiedevano lettura e scrittura.

Queste difficoltà non sono solo legate solo ad aspetti psichici e cognitivi ma è molto forte la componente visiva, per questo il ruolo dell'optometrista risulta cruciale sia nella fase di diagnosi sia nella fase di trattamento, in quanto con il suo intervento potrebbe eliminare difetti rifrattivi e anomalie della visione binoculare e implementare le abilità visive e la motilità oculare, contribuendo a preparare una base solida su cui organizzare i trattamenti degli altri specialisti coinvolti.

Essendo quindi la visione un insieme di abilità che permettono al bambino di interpretare e comprendere le informazioni che riceve attraverso gli occhi, escludere un problema visivo o visuo-motorio grossolano non consente di stabilire che il resto del processo dell'informazione visiva sia nella norma. È necessario quindi calarsi in un contesto di multidisciplinarietà in cui ogni figura deputata alla diagnosi e al trattamento ha come unico obiettivo il benessere e al recupero del soggetto con DSA.

2. DSA

2.1.La definizione

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento(DSA) sono conosciuti come disturbi specifici dell'apprendimento, di origine neurobiologica (5), che vengono distinti nella Legge 8 ottobre 2010, n. 170, come l'insieme di dislessia, disgrafia, disortografia e discalculia (6). Riguardano il 3-5% dei bambini, quindi all'incirca un alunno per classe su 25 alunni (5). Quando si parla di questi disturbi è necessario fare riferimento alle attività scolastiche di base (lettura, scrittura e risoluzione calcoli) automatizzabili con l'apprendimento scolastico, ma è inevitabile l'associazione con altri disturbi che esulano dall'ambito scolastico quali, difficoltà nella lettura dell'orologio, difficoltà ad allacciarsi le scarpe, scarsa coordinazione motoria; quart'ultimi se presi singolarmente non indicano DSA, ma solo se associati a dislessia, disortografia, disgrafia, discalculia. Con il termine disturbo si fa riferimento a un'alterazione nel funzionamento di un organo, in generale però s'intende un'alterazione di uno o più processi all'interno di un sistema più complesso, come, in questo caso, il sistema cognitivo (7) (8). E' da precisare che questi soggetti hanno un quoziente intellettivo nella norma e i disturbi, spesso associati tra loro, non sono da imputare a cause neurologiche o sensoriali (7). Questi specifici disturbi sono classificati e definiti dal Manuale Diagnostico e Statistico dei disturbi mentali (DSM-IV TR, APA) e dall' Organizzazione Mondiale della Salute (OMS 1992) ICD-10. In questi manuali è spesso evidenziata la necessità di distinguere tra DSA e difficoltà scolastiche, in quanto è molto probabile il bambino con DSA abbia difficoltà scolastiche ma non è necessariamente vero il contrario. Per difficoltà scolastiche s'intende "un qualsiasi tipo d'impedimento o disagio incontrati dallo studente durante la carriera scolastica e rimanda a una problematica ampia, poco definita e non necessariamente grave" (8), infatti, può essere dovuto sia a disturbi dell'apprendimento ma anche dal contesto sociale, economico e scolastico in cui è inserito il bambino (8).

2.2. Le tipologie

- **La dislessia**

È definita anche come un disturbo neurologico per cui il soggetto, pur essendo capace di leggere e comprendere le singole parole scritte, non riesce né a leggere né a comprendere un intero scritto (9). Include anche problemi quali difficoltà nella pronuncia delle parole, nella lettura veloce, nella scrittura a mano, nella pronuncia delle parole durante la lettura ad alta voce e nella comprensione di ciò che si legge (10).

Non è da considerare come una malattia o un disagio temporaneo bensì un disturbo che varia da soggetto a soggetto e permane nel tempo, variando solo di entità (7) .

Si distingue tra (9):

- Dislessia Evolutiva (DE), che si manifesta prima (8) o durante la fase di apprendimento della scrittura (9). Questo tipo di dislessia è suddivisa in sottocategorie (8).
 - DE fonologica: dovuta probabilmente a un arresto nel processo di apprendimento della lettura nel passaggio dallo stadio alfabetico a quello ortografico (grafema-fonema)
 - DE superficiale: difficoltà nella lettura di parole irregolari (parole con eccezioni di pronuncia) e conseguente difficoltà nella costruzione di un vocabolario lessicale proprio
 - DE mista: è la più diffusa è contiene aspetti sia della DE fonologica sia della DE superficiale.
- Dislessia Acquisita, che si manifesta in persone adulte a seguito di una lesione cerebrale.

- **La disgrafia**

È definita come un disordine o errore nella scrittura (trasposizione di lettere, elisione, ripetizione di sillabe) (9), intesa come una disfunzione nell'abilità grafo-motoria, e si manifesta quindi come un'inabilità nel controllo degli aspetti grafici, formali e una minore qualità grafica (8). Nell'articolo 1 della legge 170/2010 è definita come (6) un disturbo specifico che si manifesta come una difficoltà nella realizzazione grafica.

La disgrafia si manifesta all'incirca a partire dalla terza elementare, quando il bambino inizia ad aver automatizzato i gesti di scrittura, che viene personalizzata (11) ed è riconoscibile dalla velocità di scrittura, la pressione esercitata sul foglio, la dimensione delle lettere, la discontinuità del gesto, la necessità di dover ritoccare i segni appena fatti, la distanza tra le parole, la direzionalità della scrittura e il suo andamento (8).

È da distinguere dalla disprassia che consiste invece in un deficit nella coordinazione dei gesti automatici e volontari, che può influenzare anche il modo di apprendere di un bambino a scuola, questa però non rientra tra i DSA ma nei DCM (Disturbi della Coordinazione Motoria). È caratterizzata dalla non corretta esecuzione di una sequenza motoria, che risulta alterata sia spazialmente sia temporalmente, comportando un'attività inefficace e scorretta nonostante le funzioni volitive, la coordinazione e la forza muscolare del soggetto non siano compromesse (12).

- **La disortografia**

È un disturbo di transcodifica (10), di passaggio da un fonema (suono della parola) al grafema (parola scritta), che si manifesta con problemi di ortografia, scrittura e lettura lenta e/o ripetizione ad alta voce delle parole da scrivere, errori di tipo fonologico (come aggiunta o omissione di grafemi), visivo-ortografico (come scambio di c con q) o fonetico (omissione o aggiunta di consonanti doppie), attribuibili sia a insufficienti abilità nella

conversione grafema-fonema sia nel ricordo difficoltoso della forma ortografica della parola (11).

- **La discalculia**

Definita come l'incapacità di comprendere simboli numerici e di eseguire calcoli matematici (6), altresì definita come una difficoltà di acquisizione delle capacità aritmetiche (13). L'eziologia di questa disfunzione è da ricercare sia in basi neurobiologiche, come una nascita prematura, ADHD (*Attention Deficit Hyperactivity Disorder* (10)) ovvero il deficit dell'iperattività, disordini del linguaggio, epilessia, sia in basi sociali, ovvero una deprivazione o un'insufficiente insegnamento. A livello cerebrale è definita come una disfunzione di entrambi gli emisferi in particolare la livello dei lobi parietale e temporale.

2.3.Fattori di rischio

Tra i fattori di rischio più diffusi per i disturbi di apprendimento ci sono (10):

- due o più anestesie generali successive al parto, prima del quarto anno di vita (rischio aumentato di DSA)
- sesso maschile (rischio aumentato di sviluppo di dislessia)
- Storia genitoriale di alcolismo o di disturbo da uso di sostanze, soprattutto in preadolescenti maschi tra i 10 e i 12 anni (rischio aumentato di DSA in generale)
- Familiarità: un genitore affetto da dislessia (rischio aumentato di dislessia)
- Bambini che all'età di 5 anni cadono sotto il 10° percentile in più di una prova di sviluppo del linguaggio e che mantengono questo livello di prestazione a 8 anni (rischio aumentato di sviluppo di dislessia e discalculia (11))
- Scarsa comprensione della natura alfabetica (5)
- Epilessia (11)
- Nascita prematura (rischio di DSA) (11)

- ritardi mentali (rischio principale di discalculia e dislessia) (11)
- Danni cerebrali: paresi, lesioni acquisite (TCC) (15)
- Sindromi (Apert, Williams, Marfan, ...) (15)
- Disturbo della coordinazione motoria (DCM) (15)
- ADHD, deficit di iperattività (rischio principale per discalculia) (11) (15)
- Medicamenti (es: Tegretol) (15)

2.4.La diagnosi

La prima fase diagnostica è rappresentata dagli insegnanti i quali, entro la metà del primo anno della scuola primaria, possono rilevare difficoltà di lettura, scrittura e/o calcolo (10). Successivamente devono essere messe in atto strategie volte al recupero di queste difficoltà che, se non vengono compensate nel giro di alcuni mesi, devono essere riferite ai genitori i quali spesso notano e riferiscono a loro volta, di norma già a partire dal periodo di pre-scolarizzazione (15) :

- Scarso interesse per libri, immagini, puzzle,...
- Distratto da tutto ciò che vede oppure non è attirato dagli stimoli visivi,
- Fa fatica a ritrovare un oggetto tra altri,
- Le consegne con dei riferimenti visivi o termini spaziali sono difficili da seguire,
- Le prestazioni sono altalenanti, bambino incostante,
- E' disordinato, lento,
- Fa fatica a fermarsi in tempo davanti a un ostacolo, a schivare un oggetto che si avvicina (è difficile prendere il pallone, frenare in bicicletta, mirare un bersaglio...),
- Si orienta male o si perde in posti conosciuti,
- E' difficile imparare per imitazione, (es. il laccio delle scarpe)

- Disegna malvolentieri, i personaggi restano poveri di dettagli, la copia è molto difficile.

La diagnosi ufficiale di DSA non può essere formulata con certezza prima della fine del secondo anno di scuola primaria, quello che viene evidenziato prima dagli insegnanti e dai genitori viene chiamato “ rischio DSA” (8). La diagnosi finale viene formulata da un’equipe medica, approvata oggi dal MIUR (Ministero Istruzione Università e Ricerca), su direttiva del Consensus Conference, che consta di neuropsichiatri infantili, psicologi, logopedisti ed eventualmente altri professionisti sanitari (art.2 c.1). Risulta evidente l’importanza di un lavoro di equipe multidisciplinare per valutare al meglio tutti gli aspetti dei DSA e programmare, di conseguenza, gli interventi e i trattamenti da svolgere

3. Etiologia dei DSA

È raro che nello sviluppo umano una singola causa possa determinare un esito comportamentale così evidente come i DSA, anche quando c’è un alto rischio genetico questi disturbi sono determinati da una complessa rete di fattori (5).

Le origini delle *Learning Disabilities* sono da ricercare nell’ambito neurobiologico (8): è stato più volte dimostrato grazie all’utilizzo di strumentazione come PET o la Risonanza Magnetica Funzionale che l’attività della corteccia cerebrale di un soggetto con DSA è funzionalmente differente dall’attività di soggetti normo valutati. È da precisare che le differenze non sono dovute a lesioni cerebrali ma da peculiarità differenti della corteccia. Si ritiene (8) che queste differenze cerebrali siano di origine genetica, questo è dimostrabile grazie agli studi svolti sui gemelli *omo-* e *di-* zigoti ma soprattutto grazie alle diverse percentuali di DSA tra maschi e femmine (4:1) che dimostra il legame tra disturbi dell’apprendimento e il sesso.

La componente genetica comporta alterazioni in alcune abilità del soggetto, ad esempio quelle uditive, visive, linguistiche che a loro volta causano i disturbi specifici dell'apprendimento (13).

Non è possibile trovare un'unica causa dei deficit di lettura in quanto il processo del leggere richiede numerosi requisiti descritti nel modello gerarchico di Struiksmā (figura 1) composto da quattro livelli (14) :

I. Il primo livello è composto da due sottogruppi:

-L'analisi visiva, il primo requisito per la lettura, in quanto il bambino prima di leggere dev'essere in grado di riconoscere e tracciare i segni grafici specifici (linee verticali, orizzontali, oblique, curve, cerchi) e essere in grado di analizzare i costituenti di una lettera;

-Capacità di seguire un ordine sequenziale nelle parole, quindi la capacità, secondo la cultura, di analizzarle da sinistra destra o viceversa.

II. Il secondo livello comprende tre sottolivelli:

-la percezione dell'ordine temporale: capacità di riconoscere l'ordine delle lettere senza anteporle e/o spostarle;

-la discriminazione visiva, strettamente connessa all'analisi visiva, è la capacità del bambino di analizzare un segno grafico e distinguere un grafema dall'altro.

Ad esempio, la capacità di distinguere le lettere quali p, q, b, d implica un'analisi visiva e una discriminazione visiva;

-la discriminazione uditiva, ovvero l'equivalente della discriminazione visiva, è la capacità del soggetto di riconoscere un fonema dall'altro.

III. Il terzo livello è composto da:

-sintesi uditiva, la capacità di fondere tra loro i singoli fonemi. Una sintesi uditiva non può essere ottimale se ci sono problemi a livello della

discriminazione uditiva e della percezione, nonché conservazione, dell'ordine temporale;

- corrispondenza grafema-fonema, ovvero la capacità di associare a un grafema un suono corrispondente. Qui si nota l'integrazione tra il sistema uditivo e visivo.

IV. L'ultimo livello comprende la sintesi visiva, quindi la capacità di leggere parole o pseudo-parole senza nominare, analizzare i singoli fonemi-grafemi.

Processi parziali di apprendimento della lettura



Figura 1: Sintesi grafica del Modello gerarchico proposto da Struiksma (tratta da Cornoldi e il Gruppo MT, 1994) (15)

3.1. Ipotesi fonologica

È fondamentale per la lettura il consolidamento della via fonologica ovvero la capacità di tradurre i grafemi in suoni o fonemi, affinché avvenga questo sono però necessari: risorse attentive sufficienti, sviluppo dell'attenzione spaziale, sviluppo della memoria lavoro (deposito di pochi secondi utile alla decodifica finale della parola) e lo sviluppo delle abilità visuo-percettive (5).

Di norma un bambino con DSA non dimostra alcuna difficoltà nel linguaggio, che però risulta alterato nella fase di pre-scolarizzazione dove hanno difficoltà nel ripetere parole difficili, nel ricordare brevi elenchi di parole o sequenze di lettere/numeri, nel denominare velocemente gli oggetti/figure, nel pronunciare parole lunghe o complesse (5).

I soggetti con DSA nei quali è presente un disturbo a livello fonologico (pronuncia delle parole e scomposizione in fonemi che le compongono) è stato altresì riscontrato che vi è un coinvolgimento a livelli superiori del linguaggio quali la semantica (significato delle parole) e della sintattica (grammatica) (8).

Un risultato insoddisfacente in test che prevedono la pronuncia, da parte del soggetto, di una parola intera dopo aver ascoltato singoli fonemi, è indice di un'anomalia a livello della memoria fonologica e verbale a breve termine e non di una scarsa consapevolezza fonemica (13).

3.2. Ipotesi uditiva

Un'ipotesi già avanzata nel 1980 (16) afferma che “questi bambini non hanno anomalie a livello del sistema uditivo, sentono perfettamente i suoni, ma poi i centri del cervello che dovrebbero elaborare quei suoni non sono in grado di farlo: i confondono e li sovrappongono”. Si evince che questi soggetti sentono il suono ma non riescono a riconoscere un fonema quando varia e quindi a categorizzarlo all'interno di una parola.

Da studi condotti nell'Università di California a San Francisco da Michael Merzenich (17), risulta evidente che per i soggetti con DSA è fondamentale il tempo: la conversione suono-lettera e lettera-suono presenta meno errori quando vengono utilizzati intervalli di tempo più lunghi tra i due suoni, in modo tale da poter dare il

tempo al loro sistema cerebrale di giudicare l'ordine di presentazione ed evitare capovolgimenti e sovrapposizioni (8).

3.3. Ipotesi Magnocellulare

Il nostro sistema visivo è composto da due traccianti cellulari a livello della V1 (corteccia visiva primaria): il sistema magnocellulare o dorsale e il sistema parvocellulare o ventrale (18).

Il primo comprende le cellule neuronali dette Parasol che hanno un'ampia rete di dendriti che permette la raccolta e l'invio di informazioni da-a molte più cellule. Sono neuroni che hanno un'attività molto rapida e transiente (rispondono quando inizia il segnale e quando termina) che permette la visione a basso contrasto, a basse frequenze spaziali e ad alte frequenza temporali. Le magnocellule fanno parte della via visiva che permette il riconoscimento del movimento, la via del *where*. Le seconde sono cellule dette Midget, definite anche parvae a causa della loro ridotta arborizzazione dendritica che non permette una ricezione e un invio di informazioni abbondanti come quelle delle magno cellule. Sono responsabili della visione ad alto contrasto, con stimoli presentati a basse frequenze temporali e ad alte frequenze spaziali. La loro risposta è una risposta detta sostenuta, lenta e graduale per tutta la durata dello stimolo. Permettono il riconoscimento delle forme e dei dettagli, non del movimento e per questi fanno parte della via del *what* (18).

È stato riscontrato da più studi (19) che una possibile causa dei DSA può essere un'anomalia nel sistema magnocellulare (10) in particolare una riduzione dell'attivazione dell'aree V5 e MT (20) e un'atrofia dei neuroni M (19). Nel soggetto, un'alterazione del sistema magno si manifesta con una percezione di disallineamento delle righe o alterazione della profondità: le parole non emergono dallo sfondo bianco che viene percepito come un insieme caotico di parole e il bianco della pagina (5),

problemi nei movimenti saccadici, nel riconoscimento delle parole stesse e nella trascrizione di un fonema sottoforma di grafema (18).

Il sistema magno è coinvolto nella modulazione della temporizzazione del compito che si sta svolgendo, quindi è responsabile del timing cognitivo, sensoriale o percettivo: permette di dare il tempo che è fondamentale nella codifica del fonema-grafema, come visto in precedenza. Inoltre questo sistema neurale è fondamentale a livello dell'analisi visiva in quanto, se deficitario, produce un'anomala rappresentazione visiva del testo e provoca un'analisi alterata dell'informazione proveniente dalla retina periferica, dove sono localizzati i bastoncelli, ovvero il punto iniziale della via magnocellulare ; le informazioni che vengono riportate riguardano la forma, la posizione e la lunghezza della parola successiva a quella al centro della focalizzazione) (18).

Il sistema dorsale/magno ha afferenze importanti al cervelletto, che ha un'importante funzione nella correzione dell'errore del movimento saccadico, quindi se il sistema magno è alterato, sarà alterata anche la conduzione del movimento stesso (saccadi errate) (18).

È da considerare infine che il sistema dorsale ha un controllo retroattivo sul sistema ventrale, in quanto le informazioni elaborate dal primo arrivano alla corteccia frontale prima delle informazioni elaborate dal secondo, e questo fa sì che ci sia una modulazione della risposta delle cellule parvae sulla base delle cellule magno. Un disturbo della via retroattiva riduce l'azione del sistema dorsale su quello ventrale quindi ha effetto sull'attenzione e riduce il riconoscimento delle parole (attività del sistema parvocellulare) (18).

L'eziologia di questi disturbi è eterogenea e il sistema visivo, come spiegato di seguito, ha una notevole influenza nel determinare le prestazioni di lettura, scrittura e calcolo.

4. LA LETTURA

4.1. Sviluppo oculo-motorio del bambino

Alla nascita il bambino non possiede il controllo del proprio corpo. Il meccanismo del controllo e della funzione di questa struttura viene appreso durante i primi anni di vita principalmente attraverso il movimento e la visione, quindi non si tratta di un mero sviluppo fisico (21).

La crescita delle strutture e l'accumulo di esperienze cinestetiche (inizialmente il bambino percepisce solo il movimento degli oggetti e non la forma, colore e grandezza, anzi è spaventato da ciò che è statico (1)), tattili, uditive e visive, per tappe successive, assicurano la maturazione del Sistema Nervoso Centrale (SNC).

Dunque una carenza di esperienze motorie e visive o una lesione diffusa a livello cerebrale blocca le sequenze evolutive e provoca un indebolimento delle capacità d'integrazione del S.N.C. (22).

Un infante non ha le stesse abilità visive di adulto e nemmeno la medesima acuità visiva, è stato stimato che un bambino al primo mese di vita ha 20/400-20/1200 di AV e al sesto mese passa a 20/50-20/20 e già dal quinto segue gli oggetti in movimento (1) (18). A partire dall'ottavo mese percepisce i colori (18), discrimina l'orientamento e sviluppa la capacità di sedersi autonomamente e di gattonare, da questo momento quindi cambiano le relazioni che il bambino ha con lo spazio. Un'altra modifica delle relazioni che il soggetto ha con ciò che lo circonda si verifica quando inizia la marcia eretta, in quanto si hanno nuove percezioni, ampi spazi da osservare e nuove interazioni con l'ambiente (1).

Ricordiamo che il neonato agisce e sperimenta grazie a riflessi innati, ma che a partire da pochi giorni dopo la nascita le sue esperienze sono motorie e visive (22).

L'ontogenesi incomincia nei primi trimestri di gestazione e termina normalmente verso il sesto anno di vita. La maturazione cerebrale (midollo, ponte, mesencefalo, telencefalo, corteccia cerebrale) instaura e struttura una dominanza cerebrale che si manifesta con una lateralizzazione delle funzioni mentali (21) (23).

Le fasi che attraversa il bambino sono riportate nella tabella sottostante (tabella I) e sono da tenere in considerazione in fase di anamnesi, in quanto queste rappresentano le basi per lo sviluppo della bilateralità, lateralità e direzionalità.

Età (mesi)	Motricità	Visuo-motricità
0-2	-Movimenti involontari	Nistagmo
2-4	-Rotolamento involontario -RTC (riflesso tonico del collo)	Divergenza (exotropia)
4-6	Rotolamento volontario	Convergenza (esotropia)
6-8	Marcia carponi omolaterale	Intermittenza di ipo/iper vergenza
8-12	Marcia carponi controlaterale	Visione binoculare
12-18	Marcia eretta	Stereopsi

Tabella I: sviluppo motorio e visuo- motorio nell'età critica (23)

Questa comprende le fasi dello sviluppo cui va incontro un bambino tra la nascita e i primi due anni di vita. Lo sviluppo coinvolge la motricità, visuo-motricità, la maturazione cerebrale e l'apprendimento (23) (24).

Nella prima settimana i movimenti oculari (25) sono molto limitati, l'apertura delle palpebre è breve e sporadica. Tra la prima e la seconda settimana i bulbi oculari iniziano a divergere, anche se in maniera asimmetrica (nistagmo), questa asimmetria sarà limitata ad alcuni giorni. Dalla seconda settimana iniziano movimenti oculari di maggiore entità e i movimenti dei due occhi cominciano a essere coordinati (22).

La capacità di usare la visione, durante l'infanzia, per organizzare e manipolare lo spazio non è ancora ben sviluppata. Si sviluppa di conseguenza a esperienze sensoriali e tattili che il bambino ha nello spazio che lo circonda; è da precisare che nei primi mesi di vita, il mondo dell'infante è molto vicino a sé, (19cm) e si espande con la crescita del soggetto (22).

La relazione con lo spazio è fondamentale per la coordinazione di qualsiasi tipo di movimento e per l'organizzazione dello spazio che ci circonda.

La prima fase di sviluppo del bambino è proprio la consapevolezza del suo schema corporeo da qui inizia a percepire il mondo in modo egocentrico, ovvero il corpo diventa il punto zero e il metro di paragone per ogni valutazione; il bambino inizialmente non ha questo tipo di abilità in quanto nei primi mesi non è in grado di distinguersi dal contorno. Questa capacità si apprende con l'età e dipende dallo sviluppo fisico, cognitivo e dalle esperienze che il soggetto fa con lo spazio (22).

Con la crescita, il bambino va incontro ad altre due fasi: inizialmente comprende la bilateralità, che gli permette di organizzare lo spazio secondo coordinate verticali e orizzontali. Con bilateralità s'intende la consapevolezza di avere un corpo diviso da una linea mediana fittizia in due parti, ciò comunque non significa che il bambino sa qual è la destra e la sinistra, ma sa di averle. Il primo uso della bilateralità che il bambino fa è il riflesso tonico del collo (22); successivamente proietta quest'abilità nel gattonamento che dapprima è

omolaterale e successivamente controlaterale (22). Questa fase è importante in quanto con la consapevolezza della bilateralità e i movimenti continui di aggiustamento della posizione degli occhi, della testa e del collo, il bambino impara a guardare (21).

La conseguenza della maturazione dei primi due concetti, schema corporeo e bilateralità, si manifesta nello sviluppo del terzo aspetto che è quello dell'organizzazione e manipolazione spaziale: avviene la proiezione spaziale del concetto di bilateralità corporea. L'ultima fase è quindi la fase della direzionalità. Questo gli permette di avere un pieno controllo sull'organizzazione spaziale. Inoltre si ha una modifica della relazione con lo spazio che passa da egocentrica a sociocentrica, ovvero il corpo non è più il punto zero ma è parte dello spazio. Il bambino che non supera la fase egocentrica ha un minor sviluppo delle abilità visive (22).

Un mancato sviluppo durante la fase di lateralità oppure la sua completa omissione comporta deficit di lettura e scrittura nel soggetto, ovvero è la causa delle continue inversioni e della posposizione delle lettere (21).

Questo è stato dimostrato in uno studio condotto dal Dr. C.H. Delacato del Chestnut Hill Clinic di Philadelphia e della Pennsylvania, il quale ha studiato diversi studenti che manifestavano alterazioni a livello della lateralità (19). Ha dimostrato che con un opportuno allenamento era possibile ripristinare quest'abilità e che, conseguentemente, miglioravano le abilità di lettura dei soggetti, sia in velocità sia in qualità (21).

Un'alterazione invece a livello dello sviluppo della bilateralità e la proiezione di essa nello spazio (direzionalità) causa problemi al soggetto nel riconoscere lettere simili (p,q,b,d) ma con diverso orientamento. In generale, alterazioni o omissioni di una di queste tre fasi di apprendimento visuo-motorio causano disturbi successivi quali, mancanza di equilibrio corporeo, postura scorretta,

alterata organizzazione nello spazio e mancanza della percezione del ritmo (fondamentale per la lettura) (22). Queste alterazioni associate anche a difficoltà nei movimenti oculari, difficoltà nella scrittura, e difficoltà nel tenere i movimenti oculari stabilizzati, indicano problemi a livello del cervelletto e del sistema vestibolare, ovvero le due principali componenti cerebrali che controllano questi processi (1).

Tutte le abilità oculo motorie sono in funzione dell'organizzazione dello spazio visivo (22): se non c'è organizzazione, il soggetto percepisce lo spazio con un insieme caotico di oggetti e di conseguenza non ha un approccio oculo motorio efficiente (22). Questo approccio deve essere ottimale nei bambini a partire dai primi anni di vita, in quanto la relazione con lo spazio subisce un grande variazione, si passa da una relazione prevalentemente tattile, a una relazione perlopiù visiva, si parla infatti di “visual-motor-hierarchy”, ovvero una prevalenza dell'uso della visione e una minore dipendenza dalle attività motorie (22).

4.2.L'apprendimento visivo

Alla nascita la visione (anche la vista (23)) non è totalmente sviluppata, per questo motivo il bambino deve “imparare a vedere” e questo è possibile grazie all'esperienza: questo viene chiamato processo di apprendimento (10) (22). Con il tempo e l'esperienza accumula, infatti, una gran quantità di informazioni, che verranno apprese e catalogate per essere utilizzate nei momenti opportuni e in modo efficiente. Con l'apprendimento si assiste al passaggio tra vista e visione, una delle abilità sensoriali più importanti e utili nella vita del bambino che sta crescendo (23); è fondamentale allora distinguere il significato tra vista e visione: con il termine vista si intende l'acuità visiva, mentre la visione è la capacità di capire ed interpretare ciò che si vede, cioè captare le informazioni, processarle e ricavarne un significato (23) (24). La visione è l'integrazione di

quello che si è visto con le informazioni che sono state ricevute attraverso altri sensi quali, il tatto, l'udito, l'olfatto e il gusto (23). Questa integrazione tra informazione avviene attraverso il SAS (5).

Quello che un bambino vede e comprende, lo può conoscere (25), si ricorda anche che il bambino nasce con tutti gli strumenti necessari per poter vedere e comprendere, ma deve imparare ad usarli: deve imparare ad imparare (25). I primi anni di vita di un bambino sono considerati fondamentali per il suo sviluppo psico-cognitivo, come visto in precedenza, è questo infatti il momento in cui il corpo, le mani, gli occhi, i meccanismi del linguaggio e le orecchie cominciano a diventare strumenti di apprendimento.

Le esperienze iniziano fin dalla nascita infatti il neonato trascorre tutto il tempo di veglia esplorando il suo ambiente. Queste prime esperienze sono fondamentali, infatti una loro carenza potrebbe andare a compromettere la normale sequenza evolutiva e indebolire le capacità integrative del Sistema Nervoso Centrale (22) (23) (25). Tutte le caratteristiche e le capacità che un essere umano acquisisce sono il risultato di due processi fondamentali: l'apprendimento e la maturazione (25).

La maturazione e l'apprendimento dell'individuo sono il risultato dell'elaborazione dei vari stimoli che provengono dall'ambiente esterno ed è importante sottolineare che non vi è percezione senza azione: il movimento è essenziale per l'apprendimento (23) (25). Il messaggio che arriva agli occhi, grazie alle esperienze accumulate precedentemente, crea un collegamento che favorirà l'efficienza del sistema, infatti mentre il neonato deve toccare tutto ciò che vede al fine di averne una piena comprensione, con la crescita e la maturazione non è più così (18), perché l'apprendimento ha reso il processo più immediato ed ecco che si assiste al capovolgimento dei sensi principali, dal tatto si passa alla vista e infine visione (22) (23).

Quando la partecipazione visiva del bambino è incorporata in ciascuna attività, la visione diventa il collegamento tra l'attività e la comprensione (25), la lettura è un'attività che sintetizza queste abilità che il bambino acquisisce o avrebbe dovuto acquisire.

4.3. Integrazione delle informazioni (SAS)

La visione è una funzione primaria e dominante che l'essere umano possiede per interagire efficacemente con l'ambiente esterno, essa infatti non è un semplice sistema organizzato solo per ricevere e trasdurre segnali luminosi, bensì è parte di un sistema percettivo molto più complesso che raccoglie informazioni e le elabora e proprio per questo è importante che vi siano buone abilità visive sviluppate (23) (24).

Il Sistema Attentivo Superiore (SAS) ha un ruolo fondamentale nell'integrazione delle informazioni provenienti da più moduli e coinvolge diverse aree del cervello, quali i lobi frontali, i gangli e il cervelletto. Esso si sviluppa e cresce insieme al soggetto permettendo a questo di svolgere azioni sempre più complesse. Il SAS è fondamentale durante la lettura, il calcolo e la scrittura che non sono affatto compiti semplici e sono moduli che prevedono molte integrazioni gli uni con gli altri. Per la "semplice" lettura è necessario il SAS sia integro, correttamente formato e sviluppato e abbia una corretta integrazione con gli altri moduli. In caso di lesioni o alterazioni, anche di un solo modulo, si hanno ripercussioni anche sugli altri (figura 2) (5).



Figura 2: interazione tra i moduli del SAS in un soggetto senza DSA

I moduli da cui è composto il SAS sono di tre tipi:

- Primo tipo: comprende i riflessi e la percezione delle caratteristiche (colore, forma, la localizzazione dei suoni, la percezione della profondità e delle frequenza acustiche) di base, semplici, percepite. Sono abilità innate e con una loro specificità funzionale.
- Secondo tipo: riguarda le abilità linguistiche e il riconoscimento degli oggetti. Questo tipo di modulo nasce dall'assemblaggio innato e involontario dei moduli del primo tipo, una prima elaborazione.
- Terzo tipo: comprende la lettura e le abilità motori complesse. Questo modulo ha una base esperienziale, quindi volontaria, e nasce dall'unione dei moduli del primo e del secondo tipo.

L'apprendere per leggere e leggere per apprendere, come sostiene N. Flax, sono due aspetti diversi che presentano richieste visive diverse. Il primo richiede uno sviluppo degli aspetti percettivi volti ad acquisire le abilità di lettura, l'altro, il quale avviene in un secondo momento, richiede ulteriori abilità visive che non sono più solo percettive (26).

4.4. Abilità visive possedute da un normolettore

Considerato il ruolo fondamentale della visione nell'apprendimento, per avere una buona performance visiva è necessario siano presenti: integrità della via visiva (salute oculare, acuità visiva e condizione refrattiva), efficienza visiva (accomodazione, visione binoculare e movimenti oculari) e processamento dell'informazione visiva (identificazione, discriminazione, consapevolezza spaziale e integrazione con gli altri sensi) (27).

La salute oculare del soggetto che non presenta difficoltà scolastiche, di norma è in buone condizioni (24). L'optometrista valuta l'efficienza visiva verificando l'AV cui arriva il soggetto, di norma un buon lettore ha un AV di 10/10 (24) e una buona condizione refrattiva, quindi o emmetropia oppure miopia, astigmatismo e ipermetropia corrette con precisione, infatti prescrizioni scorrette o non effettuate, come verrà illustrato più avanti, sono possibili cause di disturbi di apprendimento (28). Le abilità visive quali, accomodazione, visione binoculare nella norma, ovvero ARP, ARN, ampiezza accomodativa, forie, vergenze, PPC, PPA, riflesso visuo-posturale sono fondamentali per una buona performance visiva, di norma infatti un normolettore possiede un sistema visivo, non perfetto, ma in equilibrio (24): elevate forie, con vergenze non sufficienti possono causare un peggioramento dell'efficienza visiva, allo stesso modo le difficoltà accomodative. Anche i movimenti oculari sono di fondamentale importanza nella lettura (18). Un normolettore svolge dei movimenti oculari precisi, raffinati e efficienti: le fissazioni sono stabili, le saccadi precise e veloci, non si registrano ripetizioni di saccadi o regressioni, i movimenti di inseguimento e le duizioni sono precise e, proprio per questo, non coinvolgono il movimento del corpo e della testa (24). In un soggetto con difficoltà di apprendimento queste funzioni, come spiegato nel capitolo successivo, sono alterate.

Infine il soggetto deve essere in grado, a livello corticale, di processare le informazioni ricavate, elaborarle ed integrarle con altre. Per svolgere quest'ultimo passaggio è necessario che le abilità visuo-percettive siano integre.

Secondo una classificazione riportata da Horibe e Haymore, optometriste statunitensi, queste ultime abilità si dividono in (29):

- Abilità visuo spaziali a loro volta divise in:
 - Lateralità (consapevolezza della parte destra e sinistra del proprio corpo);
 - Direzionalità (identificare la parte destra e sinistra nello spazio e nella relazione fra gli oggetti);
 - Integrazione bilaterale (abilità di utilizzare i due emicorpi sia separatamente sia simultaneamente);

- Abilità di Analisi, suddivise in:
 - Riconoscimento della forma (capacità nel riconoscere e discriminare similitudini e differenze fra le forme);
 - Distinzione tra figura-sfondo
 - Costanza di forma e misura (riconoscere la caratteristiche di una forma anche se modificate nella dimensione, localizzazione e orientamento);
 - Chiusura visiva (capacità di completare, con la mente, un oggetto mancante di alcune parti);
 - Memoria visiva (ricordare uno stimolo visivo nella sua localizzazione spaziale);
 - Memoria visiva sequenziale (richiamare sequenze di stimoli nella giusta successione);
 - Visualizzazione mentale (creare immagini mentali);
 - Velocità di percezione visiva (maneggiare nell'elaborazione visiva un certo numero di informazioni).

- Abilità di integrazione suddivise in:
 - Integrazione visuo-uditiva;
 - Integrazione visuo-motoria fine.

Queste abilità vengono apprese automaticamente dal bambino nei primi anni di vita attraverso l'esperienza che diventa quindi apprendimento. Qualora non si verifichi l'apprendimento visivo e alcune abilità non sono adeguatamente sviluppate il bambino incorre in difficoltà nella lettura, nel calcolo e nella scrittura (22).

5. ALTERAZIONI NELLE ABILITÀ VISIVE IN SOGGETTI CON DSA

L'ipotesi, già avanzata nel 1895 da Hinshelwood e poi confermata da S. T. Orton, che il sistema visivo abbia una notevole influenza nelle prestazioni di lettura, comprensione e calcolo, è sempre più accreditata (3).

La prima relazione chiave che esiste è quella che l'occhio ha con gli oggetti che lo circondano, infatti l'uomo ha bisogno di sapere dove si trova l'oggetto desiderato e soprattutto dove si trova in relazione a se stesso (27). Questo processo è quello che permette al bambino di imparare i movimenti dell'occhio che sono necessari per una rapida ed efficiente indagine visiva, la quale gli permette di utilizzare la visione per ottenere informazioni senza muovere o toccare gli oggetti (25). Per fare questo tre sono le abilità principali coinvolte: accomodazione, convergenza, binocularità e queste sono alla base di quella che è l'efficienza visiva (23) (27), è però fondamentale non ridurre la visione e l'apprendimento solamente a queste capacità, in quanto ci sono anche molte altre abilità coinvolte, quali percezione visiva, memoria visuale, orientamento spaziale, chiusura visuale e discriminazione visiva, ovvero una lunga serie di abilità visuo-spaziali e visuo-percettive (29), lateralità e i movimenti oculari, con il quale il sistema nervoso raggiunge il più alto compito di coordinazione (25).

5.1. Alterazioni visive

Alcuni fattori che contribuiscono alla nascita di queste disabilità sono rintracciabili nelle funzioni visive che sono coinvolte nella lettura ravvicinata quali: accomodazione, vergenze, ampiezze e vergenze fusionali, rapporto tra accomodazione e vergenza, l'acuità stereoscopica, la disparità di fissazione e la foria associata; è necessario inserire a questi parametri anche quelli visuo-percettivo-attentivo-spaziali: AV, sensibilità al contrasto, dominanza oculare e la memoria visiva (30).

L'accomodazione è inferiore nei soggetti con DSA rispetto alla media dei normo lettori, Harrer infatti parla di un tasso di ipoaccomodazione (31) che limita il processo di decodifica della parola (31) (32) (33). Successivamente Hammenberg e Norm valutano il PPA in 78 bambini con dislessia: il 27% (21 bambini) mostra un'insufficienza accomodativa (34). Negli studi di Hofmann è stato riscontrato che l'83% di soggetti con disturbi specifici dell'apprendimento soffrono infacilità accomodativa e il 63% ha un'ampiezza accomodativa molto ridotta (3). Questi studi sono stati successivamente sostituiti con altri che dimostrano che in realtà non c'è una relazione statistica forte tra i disturbi accomodativi e i DSA. Evans *et al.* hanno infatti dimostrato che non ci sono differenze tra normolettori che presentano problemi accomodativi e soggetti con DSA con le medesime problematiche (3). Hammenberg e Norm hanno modificato la loro tesi affermando che non ci sia una correlazione tra dislessia e ipoaccomodazione, poiché, una volta terminato il trattamento ortottico al gruppo di controllo da loro testato, i soggetti mostrano un miglioramento nell'attività accomodativa ma non nella lettura (3) (4) (34). L'accomodazione incide in modo secondario sui disturbi di apprendimento, ovvero quando le alterazioni

accomodative sono provocate da una mal compensazione di difetti refrattivi o un difetto refrattivo non ancora corretto (31) (32) (33).

I soggetti aventi disabilità specifiche dell'apprendimento, hanno un effetto *crowding* più evidente, il 35-60% dei casi di soggetti con DSA presentano un affollamento visivo superiore alla norma (35). La capacità d'identificazione di singole lettere è la medesima per soggetti con DSA che per normo lettori, mentre risulta ridotta, per i primi, in caso di file di lettere (35). Quest'anomalia è causata da una difficoltà nell'integrare le informazioni percepite nella periferia del campo visivo con quelle foveali (35) (36) (37): più una parola è lunga, maggiore sarà l'effetto dell'affollamento periferico (effetto lunghezza) (35). Inoltre, la causa del *crowding* è stata riscontrata nella difficoltà, per i soggetti con DSA, nell'inibire stimoli posti non al centro dell'attenzione visiva (38).

Chung sostiene che anche l'AV abbia un ruolo fondamentale nella dislessia: in particolare al decrescere dell'AV decresce la velocità di lettura (39). Questa tesi è stata successivamente superata da un'altra che sostiene che il problema dell'AV non può essere il fattore determinante i DSA in quanto può essere colmato variando la dimensione delle lettere proposte oppure variando la distanza di lettura (diminuzione DL) o proponendo una correzione ottica, qualora il calo sia legato ad ametropie (40).

I parametri della visione binoculare che sembrano influenzare negativamente le capacità di lettura sono (41):

- alta exoforia da vicino;
- insufficienza di convergenza: i soggetti che mostrano questa disfunzione comprendono quanto letto solo se la lettura avviene in modo molto lento o se rileggono due volte la stessa riga;

- difficoltà di fusione dovute a forie elevate e non compensate da sufficienti vergenze: nei casi in cui le forie siano alte e il soggetto non riesce a compensarle fisiologicamente si mostra un deficit nella lettura; solitamente i problemi di questo tipo provocano sintomi di astenopia simili a quelli delle disfunzioni accomodative (mal di testa), ma con l'insorgenza più tardiva.

Le forie e le riserve fusionali, già nel 1943, sono segnate come cause dirette di questi disturbi; con analisi successive si è evidenziato che 9 lettori su 10 con dislessia superficiale hanno delle riserve fusionali inferiori alla norma e che 8 su 10 hanno riserve fusionali negative inferiori alla norma, quindi emerge una certa relazione tra dislessia ed exoforia (42). L'alterazione dei movimenti di vergenza e ampiezze fusionali, infatti si riscontra nel 64% dei dislessici (32) e con uno studio condotto su 1031 bambini tra i 9 e i 13 anni è stato riscontrato che c'è una forte correlazione tra le disfunzioni nelle vergenze e i disturbi scolastici, specialmente nella lettura, in matematica e in scienze (43).

I bambini con DSA, in particolare con difficoltà di lettura, possono presentare tropie o forie verticali consistenti, tali da rendere il testo scritto illusoriamente contratto, con una ridotta distanza tra le lettere e le sillabe, favorendo quindi un reciproco mascheramento laterale o ostacolando la lettura fluente della frase (44).

Una convergenza poco ampia, nel 1966, è stata definita come *marker* diretto della dislessia da Benton *et al.* (45) in quanto incide sul processo di decodifica della parola (31) (32) (33). Un altro studio (46), dove è stata valutata la convergenza di 66 bambini di età compresa tra gli 8 e i 10 anni, sostiene che esiste una correlazione tra la convergenza misurata e il punteggio ottenuto utilizzando il DEM: anomalie nella convergenza causano una performance inferiore nel test

DEM. Caccioppoli e Coll. scrivono che le necessità di attenzione, a distanza prossimale, attivano i riflessi del SNA che portano il sistema visivo a orientare il 'centraggio sulla parola', attraverso il meccanismo di convergenza, a localizzare più vicino nello spazio rispetto al punto in cui viene posizionata l' 'identificazione', mediante meccanismi di accomodazione (47). L'insufficienza di convergenza (CI) è una delle più frequenti cause di affaticamento visivo, visione offuscata o doppia e mal di testa, interferisce con le capacità di vedere, leggere, imparare e lavorare da vicino, rappresentando quindi un grande ostacolo alla buona riuscita degli apprendimenti scolastici (23) (48). Questa difficoltà resta spesso nascosta perché il test per valutarla non è generalmente incluso nei test visivi di screening ed è inoltre indipendente dall'acuità visiva, per cui è possibile che il bambino abbia 10/10 all'esame della vista ma che presenti comunque insufficienza di convergenza (48). Si tratta sostanzialmente di un problema di coordinazione degli occhi che hanno una tendenza a deviare verso l'interno e per evitare la visione doppia, l'individuo deve esercitare uno sforzo supplementare per riportare gli occhi alla giusta dose di convergenza (48). Questo sforzo sottrae energie alle abilità di lettura e all'attenzione visiva nei compiti da vicino (1) (48); Infatti uno studio condotto da Orsting, Rouse e De Land ha dimostrato che l'insufficienza di convergenza è la causa del calo delle performance scolastiche dei bambini (49).

A causa dell'insufficienza di convergenza il soggetto deve impiegare la VRP per evitare la diplopia e mantenere la visione nitida, ma questo provoca: la riduzione della VRP e l' aumento della VRN, la riduzione dell' ARN, in quanto, binocularmente, l'accomodazione indotta dalla convergenza è maggiore, e si verifica anche una riduzione del LAG accomodativo (23).

Roggenkamper (10) ipotizza che l'ipermetropia medio-elevata (da +3,25D a oltre +5D) può essere una delle cause delle DSA, in quanto provoca un rallentamento della lettura, anche se è evidente essere più un problema visivo piuttosto che una causa dei deficit scolastici; infatti studi successivi dimostrano che non vi è una differenza significativa di rifrazione tra dislessici corretti e normo lettori e che quindi non esiste una correlazione tra il difetto refrattivo e la performance di lettura (28) intesa come capacità di decodifica.

Nel 1943 da Orton è stato identificato il ruolo della dominanza oculare incrociata nei problemi di lettura (10) (50), successivamente questa teoria è stata capovolta da Siviero, il quale rileva che in soggetti normo lettori destrimani (100%) il 73,3% ha una dominanza omonima, quindi OD dominante, e nei soggetti dislessici destrimani (84,6%) il 69,2% ha dominanza destra, quindi non c'è una stretta correlazione tra dislessia e dominanza incrociata, anche se comunque i DSA presentano difficoltà nel riconoscere destra-sinistra, dovuto però a un fattore di organizzazione spaziale mentale (51). Quindi ciò che incide nel causare questi disturbi non è tanto la dominanza incrociata, bensì l'instabilità o la mancanza della dominanza (4), che di norma deve stabilizzarsi intorno agli 8 anni (1) (3); questa alternanza di dominanza è visibile anche a livello motorio: il bambino non ha ancora una mano preferenziale con cui scrivere, risulta in un certo senso ambidestro e i suoi movimenti sono molto meno precisi (52). Questi disturbi non sono legati solo problematiche a livello visivo e motorio, ma hanno una causa più profonda, a livello cerebrale (52), l'autore di "*The diagnosis and treatment of speech and reading problems*"(21) specifica che nei suoi trattamenti per i DSA non va ad allenare la dominanza dei piedi, delle mani o degli occhi, ma va a stabilizzare la dominanza emisferica, quindi agisce a livello cerebrale. Un esperimento condotto dallo stesso autore riguarda l'analisi di 18 ragazzi con

dominanza instabile; da questo è risultato che hanno difficoltà motorie (esitano prima di compiere azioni molto semplici, come anche camminare), sono scoordinati nei movimenti, sono dei cattivi lettori e hanno anche una lettura lenta, specialmente nei testi dove è richiesta comprensione (21).

L'instabilità di convergenza, dovuta all'instabilità di dominanza oculare (50-80% dei casi (32)) o deficit binoculari, causa un'oscillazione degli assi visivi provocando nel soggetto la sensazione del movimento delle lettere e la loro sovrapposizione, nonché l'inerzia percettiva (32). È stato dimostrato infatti che attraverso l'occlusione programmata si verifica un miglioramento nella coordinazione tra i due occhi che causa, di conseguenza, un incremento della abilità di lettura e scrittura (53).

Anche la sensibilità al contrasto ha un ruolo nel determinare queste disfunzioni, in particolare essa appare ridotta rispetto a soggetto normo lettore, soprattutto a basse frequenze spaziali, questo in accordo con la minore attivazione del sistema Transiente/Magno cellulare (54).

Se fino al 1900 lo strabismo era considerato parte importante nei disturbi di lettura (10), successivamente è stato dimostrato (in 40% dei campioni dislessici) (55) che è la SCI (Soppressione Centrale Intermittente) la vera responsabile dei disturbi di lettura. Questa però non è connessa allo strabismo o alla diplopia bensì a un'alternanza tra visione monoculare e binoculare che causa una scorretta fissazione, problemi di vergenza e sovrapposizione delle immagini monoculari (41) (56).

La valutazione di questo aspetto della soppressione inizialmente non era considerata affidabile in quanto prevedeva un'analisi del resoconto soggettivo del soggetto, non possibile in bambini in età scolare (10), successivamente è stato

provato che è possibile svolgere test affidabili per la diagnosi di SCI su bambini dagli 8 ai 14 anni, questi sono i test già proposti da Hussey e un “ falso” test come controprova della veridicità delle affermazioni del soggetto (57).

La visione binoculare nitida e singola (VBNS) è fondamentale per la lettura: se un soggetto deve faticare per far lavorare bene insieme i due occhi, toglie energia e attenzione al processo della lettura (1).

5.2. Alterazioni visuo- motorie

“Un processo affascinante, quello della lettura. Una manciata di simboli arbitrari come le lettere dell’alfabeto, mescolata e assemblata altrettanto arbitrariamente, ci consente di entrare in un universo illimitato costituito da favole, romanzi, manuali, giornali, testi didattici [...]. I segni grafici svelano il segreto del loro significato purché vengano decodificati in modo corretto. Per consentire la lettura intervengono miriadi di processi estremamente complicati che il nostro cervello è in grado di orchestrare con eccelsa maestria..”(53)

Tra i processi che risultano alterati in soggetti con DSA ci sono i movimenti oculari. Tra questi ricordiamo le duzioni monoculari sono movimenti monoculari che permettono di inseguire una mira in movimento; le versioni sono movimenti binoculari e congiunti, quindi di uguale ampiezza e nello stesso senso, possono essere movimenti in senso laterale: destroversione e levoverzione, in senso verticale: supraversione e infraversione, e in senso rotatorio: destrocicloverzione e levocicloverzione; le vergenze sono dei movimenti binoculari non paralleli (disgiunti) e limitati esclusivamente al senso laterale (convergenza e divergenza). I movimenti implicati nella lettura e che nei soggetti con DSA sono anomali sono le fissazioni che permettono al soggetto di vedere le mire ferme (parole) e sono interposte alle saccadi, che invece sono dei movimenti veloci fondamentali nella

lettura, che perdono la loro precisione nel momento in cui vengono coinvolti corpo e/o testa (10) (23) (18) (25). Le saccadi (30-50 ms) permettono di spostare l'attenzione per uno stimolo visivo nella zona retinica dotata di maggiore acuità visiva, la fovea, e a intervalli di relativa immobilità, detti fissazioni (150-500 ms) in cui si estrae l'informazione dal testo: risulta evidente che la maggior parte del tempo utilizzato nella lettura è impiegato nelle fissazioni (10).

Il sistema saccadico, attraverso rapidissime rotazioni del bulbo oculare, permette la foveazione (allineamento della fovea agli oggetti di interesse). I centri sottocorticali che generano le saccadi si trovano nel tronco dell'encefalo nel collicolo superiore, che è la sede preposta per l'avvio della saccade e il controllo della sua metrica (10). L'organizzazione del tronco encefalico mostra una separazione tra le cellule che codificano le caratteristiche spaziali dei movimenti saccadici (il dove) e quelle che innescano il movimento (il quando) (58). La saccade è un movimento balistico, ovvero una volta iniziata non può più essere modificata, non presenta una velocità costante per tutta la sua durata, ma evidenzia un'accelerazione iniziale rapida (può raggiungere i 400°/secondo) e una successiva decelerazione in prossimità dell'oggetto da fissare (10). La saccade inizia (59) circa 0,2 secondi dopo l'individuazione dell'oggetto e tale intervallo è indicato come saccade di latenza che può variare in rapporto alla posizione del bersaglio, alla sua eccentricità, alla presenza di elementi distrattori sul percorso e all'eventuale movimento dello stimolo stesso (10). Le saccadi possono avere un'ampiezza compresa tra 0,1° e 90°, ma raramente superano i 25°, infatti quando è necessaria una saccade più ampia il sistema oculomotore ricorre ad un movimento combinato occhio-testa (10). L'obiettivo della saccade è la parola che segue nel testo e che si trova in periferia retinica, essa rappresenta il target per il successivo movimento degli occhi. Ogni saccade sposta la fissazione di uno spazio corrispondente a 7-9 caratteri, equivalenti ad una parola di media

lunghezza. Generalmente la saccade cade a sinistra del centro della parola (10) (18) (58) (59).

Durante il movimento saccadico avviene una soppressione dell'immagine presente sulla retina, in modo da non mascherare l'immagine indotta dalla fissazione successiva. Durante la soppressione non si percepisce sfuocamento (18) (60) o un movimento apparente dell'immagine (10) (18) questo dovuto a processi neuronali che prendono nome di Phi-Motion (18).

I movimenti saccadici possono essere controllati volontariamente dalla persona, per cui si possono migliorare con l'allenamento e si può ridurre al minimo la latenza saccadica, ottenendo spostamenti della fissazione più rapidi e più precisi (10).

Generalmente, i movimenti degli occhi che dirigono gli assi visivi sul target sono seguiti da una veloce e piccola saccade su una nuova posizione adiacente alla precedente: questa è quella che viene definita saccade correttiva o secondaria (10) (58).

Le fissazioni possono avere durate differenti, ma in media l'analisi dello stimolo visivo dura 150-250 msec, tempo che varia in relazione alla profondità e all'accuratezza dell'interpretazione da realizzare (10) (58) (59).

In ogni singola fissazione si possono distinguere quattro fasi: nella prima fase si realizza l'accurata analisi visiva dello stimolo nell'area foveale, nella seconda si ha un'iniziale perdita di rilevanza dello stimolo fissato, nella terza il sistema visivo seleziona un nuovo punto di fissazione periferico che permette la programmazione della successiva saccade, nella quarta fase viene eseguita la nuova saccade e, contemporaneamente, viene inibita la fissazione (10).

Durante ogni fissazione sono presenti sia lievi movimenti di deriva (drift) che determinano un movimento della fovea sull'immagine osservata, sia movimenti rapidi (flick) che riposizionano la fovea sul bersaglio dopo un drift elevato (18). I micromovimenti, detti microsaccadi, inducono una fluttuazione involontaria dello sguardo di circa $0,1^\circ$ attorno allo stimolo fissato e determinano un leggero ed indispensabile movimento dell'immagine retinica, se infatti le immagini foveali restassero costantemente immutate, esse non verrebbero più percepite (18).

L'età del soggetto è un tra le caratteristiche che influenza i movimenti oculari, come la grandezza e la forma della parola o la sua lunghezza. Il processamento cognitivo varia in funzione di essa (60) (61). Il numero delle fissazioni su una parola diminuisce al crescere dell'età e al miglioramento dell'abilità di lettura, poiché più il bambino acquisisce esperienza nel leggere e più avrà rappresentazioni mentali di parole che gli saranno utili per un processo di riconoscimento lessicale più veloce (62), ecco perché nei bambini con DSA si verifica un allungamento delle fissazioni. Con l'approssimarsi dell'età adulta, la frequenza delle parole che non ricevono alcuna fissazione aumenta, segno che l'informazione disponibile a ogni fissazione è elaborata con maggiore efficienza. Una volta superati i 12 anni di età circa, saltare le parole indica che l'emissione di saccadi più ampie non è dovuta ad un progresso della capacità oculomotoria, ma bensì ad un progresso della capacità di lettura (10) e ad un miglioramento del bagaglio lessicale (18). Questo legame è dovuto anche al fatto che il livello di maturità corticale è inferiore nei bambini, in quanto la maturazione delle aree corticali coinvolte nelle saccadi è in continuo sviluppo fino a 10-12 anni (60) (61). E' inoltre possibile notare che i bambini che iniziano a leggere hanno uno span percettivo più piccolo e quindi, di conseguenza, processano meno informazioni in una fissazione (18) (61).

Le saccadi e le fissazioni non sono movimenti standardizzati ma variano e vengono modulati in base alle caratteristiche del testo (contenuto, difficoltà e aspetto) e alla capacità di lettura del lettore (10) (18).

- **Le alterazioni nei soggetti con DSA**

Di norma un soggetto senza difficoltà utilizza un metodo di lettura detto *preview* (5), ovvero mentre legge una parola, la periferia del suo campo visivo è già posizionata sulla parola successiva (5) (18). Questo particolare processo permette al lettore di evitare interferenze e di valutare la lunghezza e la posizione della parola successiva in modo tale da preparare il giusto movimento oculare. I movimenti saccadici e le fissazioni permettono il pieno funzionamento della retina periferica (200°), in quanto fissando una parola con la fovea, la periferia aziona una pre-segmentazione della parola successiva che permette sia di dirigere il movimento saccadici ma anche di riconoscere la forma globale della parola e quindi permettere al soggetto di attingere al suo bagaglio lessicale e riconoscere la parola in modo tale la fissazione sia più veloce (18).

In soggetti con DSA i movimenti oculari appaiono poco accurati e sono presenti numerose regressioni oculari o inclusioni (5) (25% dei soggetti (44)) (figura 3), il numero di saccadi è maggiore rispetto alla norma (63) (3), le fissazioni hanno una durata maggiore, infine i movimenti saccadici e di fissazione risultano latenti, nel 63% dei casi, con stimoli presentati in rapida sequenza (64): un lettore con difficoltà di apprendimento specifiche legge una riga nello stesso tempo in cui un normo lettore ne legge tre (65) (66). Inoltre è stato evidenziato che a influenzare il tempo e la qualità di lettura sono anche le regressioni (movimenti a ritroso, di riletture del testo), risultano infatti molto più frequenti nei soggetti con DSA e anche molto lente (3).



Figura 3: movimenti saccadici di un soggetto normo lettore (a) e di un soggetto con dislessia (b)

Le anomalie visuo motorie sono state studiate da Pavlidis (67) il quale sostiene che i bambini con queste difficoltà di apprendimento abbiano uno scarso controllo visuo motorio, compiano numerose regressioni, fissazioni lunghe e variabili e abbiano tempi di reazione molto lunghi. Questa tesi è sostenuta anche da Sherman (68) il quale ha testato i movimenti di 50 bambini dai 6 ai 13 anni di età con DSA, e ha riscontrato che il 96% di questi ha problemi nelle saccadi e nei pursuit. Hoffman (69) allo steso modo ha testato 107 bambini con difficoltà di apprendimento e ha riscontrato che il 95% di questi ha problemi oculo motori. Questa tipologia di problemi ha un ruolo preponderante nella manifestazione dei DSA ma, di norma, come visto in precedenza, non sono mai isolati, infatti sono spesso associati a problemi accomodativi, binoculari e visuo-percettivi (70).

5.3. Alterazioni visuo-spaziali

L'insieme delle abilità visuo-spaziali può essere definito come la capacità di percepire, di agire e di operare nello spazio, oppure su rappresentazioni mentali, in funzione di coordinate spaziali (10). Un deficit delle abilità visuo spaziali può

quindi essere definito come una difficoltà nel percepire e agire in funzione di coordinate spaziali (71), il soggetto infatti presenta difficoltà nel riconoscere e localizzare gli stimoli nello spazio, cogliere le relazioni spaziali tra gli oggetti, apprezzare distanza e profondità, l'orientamento e le dimensioni (10). Le principali abilità visuo spaziali sono riportate in tabella II (72).

Abilità	Descrizione
Organizzazione visiva	Capacità di organizzare pattern incompleti, frammentati o non totalmente visibili
Esplorazione visiva	Abilità di esplorare una configurazione visiva rapidamente in maniera efficiente per raggiungere un particolare obiettivo
Orientamento spaziale	Abilità di percepire/ richiamare un particolare orientamento spaziale e l'abilità di orientarsi nello spazio
Abilità visuo-costruttive	Abilità di costruire una configurazione sulla base di un modello dato
Abilità immaginativa	Abilità di creare rapidamente immagini mentali visuospatiali
Abilità manipolativa immaginativa	Abilità di manipolare un'immagine mentale visuo spaziale al fine di valutarla/trasformarla
Memoria sequenziale a breve termine	Abilità nel ricordare sequenze visive
Memoria sequenziale a breve termine simultanea	Abilità nel ricordare differenti posizioni presentate simultaneamente
Memoria visiva	Abilità di ricordare informazioni visive
Memoria a lungo termine visiva	Abilità di mantenere le informazioni visive per un lungo periodo di tempo

Tabella II: le principali abilità visuo spaziali (72).

Nelle *Learning disabilities* ha un ruolo fondamentale l'attenzione visiva spaziale (AVS) che è l'elaborazione delle informazioni visive provenienti da un'area specifica dello spazio (10). L'AVS è uno dei tre moduli individuati dalla

neuropsicologia, i quali sono comandati e controllati dal SAS (73). Quest'area di spazio prescelta attivamente dal soggetto corrisponde a una specifica posizione del campo visivo che permette l'analisi precisa di informazioni limitando la distrazione dovuta ad altre informazioni di contorno (10). Alcuni studiosi ritengono che i problemi di lettura siano dovuti a un problema visuo-percettivo che prende il nome di *persistenza visibile* o di *inerzia percettiva*, ovvero il soggetto, una volta letta la parola o il gruppo di lettere che si trovano più a sinistra, quando si sposta a destra per concentrare l'AVS su altre lettere, le prime che ha letto persistono per alcuni millesimi di secondo e gli appaiono sovrapposte (5) (74).

Come visto in precedenza, il bambino inizia a relazionarsi con l'ambiente esterno utilizzando un approccio egocentrico, successivamente il bambino diventa consapevole della bilateralità corporea, quindi di avere un corpo diviso in due porzioni da una linea mediana, che viene poi proiettata nello spazio circostante. L'ultimo stadio di sviluppo visuo-spaziale consiste nella proiezione all'esterno del concetto di schema corporeo e di lateralità che permette la completa organizzazione e manipolazione spaziale. Anomalie in queste fasi di apprendimento possono essere causa di alcuni disturbi visuo-spaziali (23) (25).

Un soggetto con DSA ha difficoltà nella stima della posizione (75), questo perché vi è una ridotta stimolazione delle aree corticali deputate alla valutazione delle dimensioni delle figure. Questa tipologia di disturbi visuo-spaziali sono per di più implicati nei disordini ortografici e disgrafici (76).

La discriminazione visiva è definita come la capacità di riconoscere e apprezzare i tratti distintivi in figure differenti (77). Difficoltà in questa abilità danno luogo a confusione tra parole simili, soprattutto quando a cambiare è una sola lettera

(esempio casa-cosa). In questi casi si consiglia di esercitare con giochi l'abilità nel riconoscere la minima differenza apprezzabile (20) (71) (77).

Un'altra difficoltà, riguardante l'abilità visuo-spaziali, che presentano i soggetti con DSA, è l'incapacità di riconoscere due immagini uguali, di cui una è ruotata o vista di lato (77). Questo è dovuto a un'alterazione della rappresentazione mentale dello spazio che avviene a livello della corteccia parietale posteriore destra ed è chiamato "disorientamento destra-sinistra (77). Si rende evidente in soggetti che compiono errori di ortografia (b=d; p=q) (77).

Studi (78) hanno dimostrato che eventuali deficit visuo-spaziali possono coinvolgere la copiatura, infatti un soggetto che non ha ben sviluppate questa abilità copia un disegno in modo impreciso e commettendo errori grossolani. Questi deficit sono molto evidenti in alcune materie scolastiche, in particolare con la geografia, in quanto viene richiesta una certa abilità nell'immaginare i luoghi, di posizionare delle città sulle carte geografiche, di memorizzare percorsi, di visualizzare strade e rapporti tra città (79).

La memoria visuale viene definita quella parte di memoria che elabora le immagini ricevute: l'osservazione di un oggetto produce un impatto che va a riflettersi nel cervello come una sorta di impronta (29) (77). La memoria visuale comprende anche la memoria visuale sequenziale che permette al bambino di riconoscere e ricordare una sequenza di lettere o parole in un contesto (29). Difetti a questo tipo di abilità possono provocare difficoltà nell'ordinare lettere per formare una parola o farne lo spelling (77).

La chiusura visuale viene definita la capacità di determinare la percezione finale senza avere tutti i dettagli dell'immagine presenti. Problemi in questa abilità possono provocare difficoltà nel capire ciò che si vede o legge. Risulta stimolante

lavorare con puzzle, figure incomplete o parole in cui si vede solo la parte superiore e non quella inferiore (10) (77).

I deficit legati a una delle anomalie visuo spaziali non sono facilmente riconoscibili in famiglia o a scuola, e di conseguenza vengono diagnosticati in tempi molto lunghi, questo provoca l'inizio di un trattamento ritardato, a discapito della sua efficacia (10).

6. IL RUOLO DELL' OPTOMETRISTA

La visione è un processo neurologico complesso che permette di identificare, interpretare e comprendere ciò che si vede, inoltre è intimamente legato con altre abilità tra cui quella linguistica, uditiva, di coordinazione motoria e di equilibrio. Alla base di questo è di fondamentale importanza realizzare una valutazione completa delle aree visive, soprattutto per quanto riguarda l'aspetto dell'apprendimento. La loro limitazione nel fornire informazioni è legata alle caratteristiche intrinseche del senso, il tatto e gusto necessitano di una prossimità immediata per poter entrare in azione, già l'odorato ci permette di captare stimoli più lontani, analogamente anche l'udito ha un campo d'azione più vasto, ma lo stimolo uditivo è qualcosa di imposto, con una durata limitata e di conseguenza non è gestibile completamente dal soggetto, mentre invece il messaggio visivo è l'unico che può essere captato a piacere dal soggetto e per tutto il tempo desiderato (23) (25).

Uno degli obiettivi dei due occhi è quello di permettere una corretta localizzazione degli oggetti nello spazio, una consapevolezza di profondità e dunque di visione tridimensionale (24). Questo è possibile se il bambino compie un'efficiente indagine visiva, la quale gli permette di utilizzare la visione per ottenere informazioni senza muovere o toccare gli oggetti (25). Per fare questo tre sono le abilità principali coinvolte: accomodazione, convergenza, binocularità e queste sono alla base di quella che è definita l'efficienza visiva (25).

Molte variazioni refrattive e molti disturbi dell'accomodazione e della convergenza sono stati attribuiti allo stress visivo prossimale e spiegati come processi di adattamento sviluppati dall'organismo; lo stress visivo prossimale può, a sua volta, influenzare il rendimento accademico- scolastico. Esistono molte evidenze cliniche che supportano la tesi del modello visivo funzionale e che illustrano come una corretta interpretazione dei parametri riscontrati in una valutazione funzionale possa essere utile per la prevenzione e il trattamento dei disturbi funzionali indotti dallo stress visivo prossimale (79).

Spesso i bambini con difficoltà d'apprendimento mostrano problemi di oculomotricità, accomodazione, forie, vergenze e riserve fusionali, quindi carenze che colpiscono la binocularità (80); ma il problema visivo non viene considerato, in quanto, paragonato al DSA, può sembrare poco rilevante, ma le anomalie visive possono ridurre di molto le prestazioni del bambino creando problemi di comfort, di concentrazione, di astenopia ecc., specialmente a lungo termine (80).

Per valutare l'efficienza visiva del soggetto è necessario compiere alcuni test che testino inizialmente la refrazione. In questa fase può essere infatti evidenziato un difetto visivo, quale miopia, astigmatismo o ipermetropia che può essere una causa, dei disturbi del bambino (31) (32) (33). Quindi il compito dell'optometrista è quello di individuare i difetti rifrattivi e ipotizzare un trattamento utile al loro miglioramento (24). La prescrizione di lenti al fine di compensare l'errore di refrazione rappresenta la prima considerazione da fare nel caso vengano riscontrate disfunzioni accomodative, binoculari e visuo motorie, in quanto un errore refrattivo può incidere sulla performance del soggetto (23):

- Può indurre un'iperaccomodazione/ ipoaccomodazione:
- Può causare una foria elevata, con conseguenti vergenze fusionali anomale;

Può scompensare l'equilibrio tra i due occhi, causando anche anomalie nella fusione sensoriale in quanto le immagini retiniche sono eccessivamente diverse.

E' necessario prestare attenzione anche all'accomodazione e alle vergenze, qualora non ci siano anomalie indotte da difetti refrattivi non corretti, in quanto come visto in precedenza, se anomale possono essere concause dei DSA. In particolar modo l'insufficienza accomodativa, qualora sia presente, il soggetto mostra molta difficoltà nei test dell' ARP, flipper accomodativi (difficoltà con lenti negative), CRN e ha un'ampiezza accomodativa anomala rispetto ai parametri evidenziati da Donders (24). L'insufficienza accomodativa è spesso associata all'astenopia che lamenta il bambino durante la lettura che lo costringe ad allontanarsi più volte dai libri (23). Un trattamento utile al miglioramento di questa condizione è la prescrizione di un'addizione positiva per la visione prossimale, con lo scopo di rendere la visione e la lettura più confortevole per il bambino (23). Secondo Birnbaum (79) le lenti con basso potere positivo sono in grado di risolvere i sintomi di astenopia durante lo studio. Altri autori (25) ritengono che le lenti positive permettono al soggetto di localizzare gli oggetti prossimali più lontani nello spazio. Questo è confermato anche dall'ottica geometrica (81), infatti queste lenti aumentano la convergenza delle radiazioni in modo tale che il soggetto proietta l'immagine più lontana nello spazio; inoltre permettono anche di aumentare la diffusione dell'immagine sulla retina aumentando, di conseguenza, il numero di fotorecettori retinici coinvolti.

Anomalie nell'accomodazione e nelle vergenze hanno anche un'altra conseguenza, alterano infatti il riflesso visuo posturale, questo a sua volta comporta astenopia, stress visivo e in alcuni casi, in cui il soggetto non lamenta sintomi, soppressione (23).

6.1. Test diagnostici optometrici

L'esame optometrico a un soggetto che lamenta un qualsiasi tipo di difficoltà parte sempre con la somministrazione dell'anamnesi e l'analisi della refrazione oggettiva e soggettiva, in modo tale da evidenziare eventuali cali di AV dovuti ad ametropie o altri deficit visivi (30).

L'approccio a una valutazione optometrica in soggetto con DSA parte quindi con l'anamnesi, un parte importante per capire i limiti del soggetto, i sintomi e i suoi disturbi, utile anche per poter ricevere informazioni da parte della famiglia riguardo i tempi precedenti ai disturbi e a eventuali abitudini familiari (giochi sul pavimento o giochi nel box, l'uso del girello), specialmente nella prima infanzia, è fondamentale fare riferimento alle fasi di sviluppo e ai segni che le accompagnano (26).

Questa prima parte di colloquio richiede che l'esaminatore presti particolare attenzione agli atteggiamenti inconsapevoli del soggetto, infatti è consigliabile osservare l'ampiezza e la linearità dei movimenti del capo in fase di lettura e scrittura, del corpo circostante e in attività di lettura e scrittura (26).

Successivamente si può continuare con i test meno invasivi per la valutazione della funzionalità del sistema visivo: cover test, PPA, PPC, REVIP, dominanza oculare, per passare poi all'analisi visiva (refrazione, vergenze e stereopsi) (24) (26).

7. CASE REPORT

7.1. Soggetti e metodi

I test che seguono sono stati somministrati a 4 bambini tutti di 8 anni, 2 femmine e 2 maschi, un normolettore, uno con diagnosi di DSA già effettuata e 2 con difficoltà

scolastiche, ma non ancora in possesso di una diagnosi. Ciascuna seduta di test è stata articolata in tre fasi: fase 1 di analisi visiva, fase 2 di test visuo motori e fase 3 di raccolta anamnestica.

7.2. Strumenti

I test somministrati in fase 1 sono funzionali alla misurazione di alcune capacità visive, alcuni parametri e dominanze per valutare la condizione visiva, quindi non è stato proposto un test completo. In particolare i test proposti sono:

- Cover test unilaterale e alternante, per la valutazione delle forie/tropie sia da lontano sia da vicino.
- la refrazione monoculare (con l'annebbiamento di +3D per rilassare l'accomodazione), seguita dal bilanciamento bioculare eseguito con l'inserimento di una lente +0,50 D e due prismi 2dp BA e BB.
- le vergenze fusionali, positive e negative, da vicino e le accomodazioni relative, positive e negative.
- l'ampiezza accomodativa, è stata svolta monocolarmente, con una mira a 33 cm e poi il risultato è stato confrontato con i valori standard per l'età identificati da Donders (24).
- Il test delle luci di Worth, utile a valutare se il soggetto fonde (secondo grado della visione binoculare (24)) e per evidenziare la dominanza cerebrale, che di norma corrisponde a quella oculare, la quale corrisponde all'occhio sul quale è stata posta la lente, rossa o verde, che permette la visione della mira inferiore bianca prevalentemente di un colore, ovvero il colore della lente anteposta all'occhio con dominanza cerebrale.

- la dominanza posturale, occludendo alternativamente i due occhi e chiedendo al soggetto, in piedi, di alzare le braccia e una gamba, prima con un occhio occluso e poi con il controlaterale; l'occhio aperto che permette maggior equilibrio è quello dominante.
- il Re-Vip (riflesso visuo-posturale) analizzando il PPA (punto prossimo di accomodazione), PPC (punto prossimo di convergenza), la distanza di lettura e la DH (distanza di Harmon), valutando se è valido o se è insufficiente. Per essere valido la distanza di Harmon e la distanza di lettura devono coincidere (la distanza di lettura di solito è più ravvicinata), il punto prossimo di accomodazione deve essere intermedio tra la distanza di lettura e il punto prossimo di convergenza (23).
- le abilità oculo-motorie: duzioni (si valuta se il bambino è in grado di compiere la grande H diagnostica), fissazioni (sbalzi tra due mire) e le versioni (movimento binoculari in tutte le direzioni).

I test somministrati in fase 2 sono: DEM, TVP (8 immagini per la memoria visiva, 25 immagini per la costanza visiva, 10 immagini di figura- sfondo, 10 immagini per le abilità visuo-spaziali), Groffman Visual Tracing test, sia in versione semplificata sia il test reale, King Devick test e la copiatura della figura di Rey. Ogni test viene svolto nelle condizioni abituali di lettura del bambino (o sul tavolo o sul leggio) con la correzione abituale e una buona illuminazione. Questi test sono stati infine analizzati confrontando i risultati con quelli normalmente attesi.

L'ultima fase è quella che prevede la compilazione di un questionario anamnestico da parte dei genitori, contenente domande riguardanti le abitudini

del bambino attuali e durante l'infanzia, eventuali disturbi presenti o passati del bambino e i famigliari.

7.3. Le anamnesi

- **Caso A**

Si tratta di una bambina con diagnosi di dislessia. Dall'anamnesi proposta al genitore si evince che è nata prematuramente di 11 giorni, anche se di poca rilevanza, e che, durante la gravidanza, la madre ha avuto diverse complicanze legate al collo dell'utero. Questa, che sembrerebbe una causa scatenante della dislessia (11), non è però l'unico fattore da considerare, infatti la madre riferisce che in famiglia, il padre e il nonno paterno, pur non avendo diagnosi di DSA perché a quei tempi non si parlava di queste condizioni, hanno molte difficoltà nella lettura. L'ipotesi di una certa familiarità per i DSA si fa strada.

La mamma riferisce inoltre problemi nella copiatura. Un altro fattore che merita è che la bambina non ha attraversato la fase del gattonamento, è passata, quindi, dalla fase in cui strisciava, alla marcia carponi eretta; saltando questa importante fase, potrebbe non aver solidificato il concetto di lateralità corporea e sviluppato la bilateralità. Infatti, prima di iniziare un qualsiasi test, chiede se qualcuno può aiutarla poiché afferma di non essere in grado di leggere e di distinguere le lettere che compongono le parole; durante l'analisi refrattiva ha confuso lettere simili (H,N e delle volte nominava anche M).

Il fatto che la postura adottata dalla bambina non sia ottimale è confermato dalla mamma che afferma di vederla spesso molto vicino al testo e questo anche ruotato (possibile causa del lieve astigmatismo (23)).

- **Caso B**

La bambina identificata come B, è una norma lettrice ed è stata testata insieme al caso A. Si è dimostrata molto comprensiva nei confronti di A e ha fatto in modo di non far pesare all'altra bambina le difficoltà incontrate, spronandola a fare del suo meglio e ricordandole che non stava facendo una verifica con il voto ma un semplice test utile per una raccolta dati.

B non ha disturbi specifici dell'apprendimento e non ha avuto difficoltà nelle varie fasi dell'infanzia, attraversando prima il gattonamento e poi la marcia carponi. La mamma afferma che mantiene il libro quasi sempre in posizione corretta e non utilizza il dito per tenere il segno nella lettura, questo è confermato dal suo riflesso visuo-posturale ottimale.

Dall'anamnesi risulta che spesso ha mal di testa frontale, specialmente la sera e che si stropiccia gli occhi, inoltre la mamma aggiunge che ha un eccesso di convergenza, questi dati probabilmente sono collegati tra loro, infatti questo viene confermato dai dati raccolti durante l'analisi visiva.

La bambina, per la visione per lontano, preferisce indossare una sfera +0,25D sull'occhio sinistro, ma per ora utilizza solo occhiali con potere positivo per la lettura prossimale prolungata.

- **Caso C**

E' un bambino di 8 anni di età ed è il fratello gemello di D. i due gemelli sono ultimogeniti di 4 fratelli, tutti presentanti DSA diagnosticati. C ha grosse difficoltà scolastiche sia in matematica (imparare i numeri, calcoli) sia in italiano (lettura, scrittura, errori di ortografia), la mamma afferma che non conosce ancora bene i numeri e quindi utilizza la tavola numerica a scuola, e che non sa leggere

correttamente, anzi il più delle volte evita il compito. Nonostante ciò è ancora in attesa per l'eventuale diagnosi di DSA. A differenza di A, che ha già la diagnosi, C presenta disturbi nella performance visiva, nella motilità oculare, visuo-motricità e abilità visuo-percettive molto più marcati, ma nonostante questo è ancora in attesa di una diagnosi: l'optometrista, in questo caso, potrebbe fornire un supporto fondamentale, in quanto, dai test svolti, risultano diverse difficoltà visive e potrebbe, in fase di trattamento, ristabilire questi parametri così da ridurre il contributo della componente visiva nei disturbi dei bambini.

Dall'anamnesi risulta anche che C ha difficoltà nella visione da lontano, specialmente dopo un lavoro prolungato prossimale: è miope (rx in uso, OD: -2 - 0,50 ax 20 OS: -2). Il bambino spesso, come riferisce al madre, si stropiccia gli occhi, questo è probabilmente associato a squilibri nell'accomodazione, come viene evidenziato dai dati visivi raccolti

La mamma riferisce altresì che si avvicina molto ai libri e al televisore, questo trova conferma nel riflesso visuo-posturale *borderline*.

Dall'anamnesi si evince anche che il bambino utilizza il dito e muove al testa durante al lettura, un'attività che odia svolgere, e questo viene confermato dai test svolti.

- **Caso D**

Il profilo di D appare meno anomalo rispetto al profilo di C anche se dall'anamnesi risulta che ha difficoltà nella lettura, nel mantenere il segno e nella scrittura. Gli stessi problemi di C in italiano e in matematica sono stati segnalati dalla mamma anche per D.

7.4. Le misurazioni

Nella tabella (tabella III) sottostante sono riportati i risultati numerici dei test che svolti ai quattro bambini.

	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
Analisi visiva	-OO -0,25 ax 180 -dominanza alternata (foro e luci di Worth) -ARN +6,50 D -ARP -4,25 D -AA 9,25 D -VFP: 6/36/18 -VFN:12/36/16 -Re-Vip mediocre -PPA coincide con PPC=2 cm -DH: 25 cm -DL: 20 cm	-emmetrope -dominanza stabile -ARN: +6 D -ARP: -7,50 D -AA: 11,50 D - 2 dp esof per vicino -VFP: x/24/14 -VFN: x/24/14 -Re-Vip nella norma -PPA: 2 cm -PPC: al naso -DH: 25 cm -DL: 35 cm	-miopia (OD: -2 - 0,50 ax 20 OS: -2) -dominanza instabile (postura, foro e luci di Worth) -ARN: +2D -ARP: -6D -possibile ipercorrezione -AA 4,75 D -VFP: x/18/ 10 -VFN: 18/32/30 -Re-Vip borderline -PPA: al naso -PPC: al naso -DH: 27 cm -DL: <20 cm	-emmetrope -dominanza stabile -ARN: +4,75D -ARP: -3,25 D -AA: 7,75 D -exof prossimale elevata (8dp) -VFP: 10/18/12 -VFN: 12/30/24 -Re-Vip mediocre -PPA: 2 cm -PPC: al naso -DH: 25 cm -DL: 30 cm
NSCUO	-Inseguimenti 5/5, -qualità 3/3 -sbalzi fiss. 2/5, -qualità 2/3 -muove la testa e il corpo	- Inseguimenti 5/5, -qualità 3/3 -sbalzi fiss. 5/5, -qualità 3/3	-Inseguimenti 1/5, -qualità 1/3 -sbalzi fiss. 1/5, -qualità 1/3 -muove la testa e il corpo	Inseguimenti 5/5, -qualità 3/3 -sbalzi fiss. 2/5, -qualità 2/3 -muove la testa e il corpo
DEM	Or: 95 sec Vr: 140 sec Err: 12 Ratio: 1,47	Or: 56,45 sec Vr: 73 sec Err: 3 Ratio: 1,29	Or: 107 sec Vr: 204 sec Err: 15 Ratio: 1,78	Or: 120 sec Vr: si rifiuta Err: 64 (conosce solo i numeri da 1 a 4) Ratio: non calcolabile
Groffman Visual Tracing test	A: 2 pt B: 0 pt -lettura ravvicinata -utilizza il dito	A:12 pt B:15 pt	A: 2 pt B: 2 pt -DL ravvicinata -muove la testa e il corpo	A: 6 pt B: 0 pt -utilizza il dito
King Devick test	1:49,92 sec 2:53,39 sec	1: 22,51 sec 2: 23,73 sec	1: 25 sec 2: 46 sec	1:20 sec 2: 42 sec

	3:58,29 sec No errori	3: 31,48 sec No errori	3: 65 sec -molti errori -utilizza il dito -muove al testa e il corpo	3: 35 sec -conosce solo i numeri da 1 a 4 -utilizza il dito
Figura di Rey	49/78	76/78	0/78	60/78 (ha impiegato più di 5 minuti)
TVP	-Lentezza nelle risposte -No errori	-nulla da segnalare	-memoria visiva 5/8 -costanza visiva 10/25	-memoria visiva: 3/8 -costanza visiva 17/25
Possibile condizione	-Scarsa visuo- motricità -possibile insufficienza accomodativa	Eccesso di convergenza	Possibile spasmo accomodativo	Vera insufficienza di convergenza
Possibile tratt. Optom.	-addizione per vicino -VT	-addizione per vicino (già in uso)	- correzione più precisa per limitare i disturbi -VT per il miglioramento die movimenti oculari	-VT - prismi gemellati base alta
Diagnosi DSA	si	no	In attesa	In attesa

Tabella III: dati numerici ricavati dai test svolti

7.5. Discussione dei casi

A: ha una AV di 10/10 con una compensazione di un cilindro di lieve entità (-0,25 ax 180°), che, se eliminato rendeva più difficile la lettura.

Il fatto che potrebbe non aver sviluppato a sufficienza la sua bilateralità si evince da diversi test, tra cui quello di dominanza, in cui dà risposte spesso contrarie: al test del foro risulta dominante OS per la maggior parte dei casi, in alcune prove però dice di mantenere la mira al centro con l'occhio destro aperto; si potrebbe sospettare che la bambina non abbia capito la consegna e che dia risposte non veritiere, ma questo non è possibile in quanto anche al test delle luci di Worth, utile per testare la dominanza cerebrale, dà risposte contrastanti, l'occhio dominante è sempre quello con anteposta la lente rossa, sia il destro sia il sinistro. Valutando infine la dominanza posturale, è molto lieve la differenza di stabilità

occludendo prima un occhio e poi l'altro, risulta comunque leggermente più stabile con l'occhio sinistro aperto.

Dall'analisi sull'accomodazione la bambina sembra avere difficoltà nel stimolarla (possibile insufficienza accomodativa): l'accomodazione relativa negativa è molto alta mentre quella positiva è all'incirca di 2 diottrie inferiore, anche l'ampiezza accomodativa è sotto norma se confrontata con quelle standard proposte da Donders e calibrate per l'età (14-12 D per bambini di 8 anni) (24). Per quanto riguarda il riflesso visuo-posturale è in una condizione mediocre, poiché ha una distanza di lettura nettamente inferiore alla distanza di Harmon e il punto di annebbiamento (difficilmente percepibile) e rottura della visione binoculare sono molto vicini tra loro e prossimi al naso. Ha mostrato avere difficoltà visuo-motorie grossolane, sia nei test di motilità (duzioni, fissazioni e versioni) sia nei test cartacei che prevedono queste abilità siano sviluppate. Utilizzando il test NSUCO, con gli inseguimenti ha totalizzato un punteggio in linea con la media (standard per le femmine di 8 anni: 5 (23)), gli sbalzi di fissazioni sono più scadenti se confrontati con le medie standard per le femmine di 8 anni: 5 (23)) mentre la qualità di questi movimenti è leggermente inferiore agli standard (media 3 punti (23)), inoltre è da segnalare che sono presenti sia i movimenti della testa sia, seppur lievi, i movimenti del corpo in tutti i movimenti oculari testati.

Al Groffman Visual Tracing Test non ha risposto correttamente a nessun percorso sulla scheda B, invece sulla scheda A ha risposto correttamente a un solo percorso totalizzando 2 punti, in quanto ha impiegato più di un minuto (media: 17 ± 3 (27)), inoltre durante la lettura si è avvicinata molto e ha accompagnato il movimento del dito con il movimento della testa, proprio per questo, nonostante avesse il dito a segnare il percorso, si è persa molto frequentemente. E' riuscita a

svolgere correttamente solo uno dei due test semplificati e introduttivi proposti, impiegando, per ciascun test, 1 minuto.

Ha mostrato difficoltà anche al King Devick Test, totalizzando tempi molto elevati utilizzando come aiuto il dito, mantenendo una distanza di lettura molto ravvicinata e muovendo la testa. E' da precisare che nell'ultimo test ha presentato difficoltà nel tradurre alcuni grafemi in fonemi, non è stato possibile stabilire con quali lettere avesse più difficoltà. Nonostante le difficoltà nella traduzione grafema-fonema, non ha commesso alcun errore.

Nei test di percezione visiva, non ha commesso alcun errore, ma ha impiegato in media 20 secondi in più rispetto al caso B, una bambina normo lettrice.

Infine al test DEM ha ottenuto risultati scadenti, impiegando molto tempo e compiendo numerosi errori: omissioni di lettere o intere righe, inversioni di lettere o tra due righe, ripetizione della stessa riga, nonostante utilizzasse il dito per mantenere il segno. I dati numerici ricavati e riportati nella tabella (III) sono inferiori alle norme (27):

- Tempo orizzontale: $57,73 \pm 12,32$
- Tempo verticale: $46,76 \pm 7,89$
- Errori totali: $4,6 \pm 6,01$
- Ratio: $1,24 \pm 0,18$

Dai risultati ottenuti da A si potrebbe evincere che la dislessia ha una possibile causa genetica, anche se da una semplice anamnesi non è possibile affermarlo con certezza scientifica. Si ricava anche che, con molta probabilità, il disturbo di A sia legato a problemi accomodativi, all'alternanza di dominanza, quindi una componente refrattiva, ma ha anche una componente visuo-motoria significativa.

B: E' una bambina normo lettrice con un eccesso di convergenza compensato (positivo per vicino). I test svolti per vicino non corrispondono alla sua reale performance in quanto svolti senza alcuna correzione e quindi l'eccesso di convergenza ha alterato i valori. Nei test che valutano la visuo-motricità ha ottenuto risultati ottimali, eseguendo i test con precisione, senza lamentare bruciore o affaticamento e senza la partecipazione della testa e del corpo. I punteggi NSUCO sono pieni e perfettamente in linea con la media riportata nell'analisi del caso A.

Nei TVP non ha dimostrato aver alcun problema o esitazione, ha eseguito i test con un anticipo all'incirca di 20 secondi rispetto al caso B, testato insieme a lei.

Nel Groffman Visual test non ha mai utilizzato il dito però ha mantenuto una distanza di lettura molto ravvicinata, questo dovuto alla complessità del test. Nei subtest iniziali, semplificati e di spiegazione, ha risposto correttamente in 20 secondi (ricordiamo che il caso A ha risposto correttamente solo al secondo sub test semplificato, impiegando 1 minuto).

Al King Devick Test ha impiegato all'incirca la metà del tempo di A per il completamento e senza commettere alcun errore.

La figura di Rey, utilizzata per la valutazione della copiatura, è stata eseguita con precisione; inizialmente la consegna non era stata compresa, dopo una seconda spiegazione, ha eseguito il test di copiatura senza alcuna difficoltà.

Nel test DEM ha riportato risultati entro le deviazioni standard dei dati medi (riportati nella discussione del caso A) per bambini di 8 anni (27).

C: Ha difficoltà a livello accomodativo, infatti ha le accomodazioni relative positive elevate, questo indica che riesce a stimolare di molto l'accomodazione,

ma non è altrettanto abile nel rilassarla, l'accomodazione relativa negativa è bassa; anche l'ampiezza accomodativa non è nella norma rispetto a quella stabilita da Donders. Questo porta a pensare a uno spasmo accomodativo, supportato anche dal fatto che con la refrazione soggettiva (senza soggettivo ritardato) risulta corretto con 0,75 D in meno rispetto alla sua correzione in uso. Non si tratta di una diagnosi optometrica, in quanto l'analisi non è completa inoltre, pur avendo inserito l'annebbiamento, il bambino spesso si spostava dal forottero o si toglieva gli occhiali di prova, vanificando quindi l'effetto delle lenti positive nel rilassare l'accomodazione. Un'eventuale compensazione adeguata del difetto refrattivo potrebbe ridurre di molto i sintomi e i disturbi lamentati dal bambino, riferiti anche dalla madre, in fase di lavoro prossimale, soprattutto se quella stessa correzione viene calibrata sull'attività prossimale. Questi sintomi sono infatti causati dall'accomodazione e dalle vergenze che, a causa di un difetto refrattivo non correttamente compensato, potrebbero essere anomale.

Il re-vip è anomalo infatti ha una distanza di lettura (inferiore ai 20 cm) nettamente inferiore alla sua DH, ma comunque il PPC e il PPA sono posizionati correttamente, anche se con solo 1,5 cm di differenza tra uno e l'altro. Quest'anomalia è sicuramente una delle cause dei disturbi che lamenta il bambino: bruciore agli occhi e difficoltà nel leggere a lungo. La motilità oculare è molto scadente, sia per quanto riguarda le duzioni, sia le versioni sia le fissazioni: muove molto la testa e il corpo, perde frequentemente l'attenzione e i movimenti sono poco precisi. Utilizzando il test NSUCO, con gli inseguimenti e gli sbalzi di fissazione ha ottenuto un punteggio molto basso, ben lontano dalle medie per i bambini della stessa (standard per i maschi di 8 anni: 5 (23)), per quanto riguarda la precisione si può dire altrettanto: è nettamente distante dagli

standard (media per i maschi di 8 anni, prevede 3 punti (23)). Inoltre è da segnalare che sono presenti sia i movimenti della testa sia, seppur lievi, i movimenti del corpo in tutti i movimenti oculari testati. L'imprecisione si riflette anche nei movimenti saccadici: il bambino ne compie molto pochi e anche imprecisi, infatti tende a muovere tutta la testa e tutto il corpo, invece di limitarsi a utilizzare le saccadi e le fissazioni che permetterebbero una lettura qualitativamente migliore più veloce.

Le anomalie visuo-motorie si evidenziano anche al Groffman Visual Tracing Test con il quale ha totalizzando un punteggio molto basso (media: 17 ± 3 (27)) ha impiegato più di un minuto per eseguire il percorso e ha dato una sola risposta corretta su 5. Inoltre durante la lettura si è avvicinato molto e ha accompagnato il movimento del dito con il movimento della testa. Nonostante avesse il dito a segnare il percorso, si è perso molto frequentemente, poiché non ha eseguito correttamente le saccadi ma ha realizzato movimenti grossolani con il corpo e la testa. È riuscito a svolgere correttamente solo uno dei due test semplificati e introduttivi proposti, impiegando, per ciascun test, 30 secondi.

Al King Devick Test ha compiuto 5 errori nella seconda batteria e nell'ultima 13, questi errori sono stati sommati ai secondi impiegati per lo svolgimento del test. All'aumentare della difficoltà del test aumentano gli errori commessi, questo perché vengono richiesti movimenti saccadici molto più precisi, che il bambino non possiede, ricordiamo infatti che tiene il segno con il dito e muove, durante la lettura, tutta la testa, in alcuni casi anche il corpo, e non solo gli occhi.

Nei test di percezione visiva, ha commesso errori dove veniva richiesta memoria visiva e nella costanza visiva, questi valori non sono molto indicativi in quanto il bambino ha svolto i test con molta superficialità e tendeva a stancarsi molto

spesso. Questo suo comportamento può essere dovuto sia al fatto che sono attività che non ama svolgere sia dai deficit visivi che presenta, quindi una richiesta di lavoro prossimale prolungata, lo stanca molto: questo è ciò che avviene anche a scuola o quando deve svolgere i compiti.

Un test che evidenzia l'incapacità del bambino di cogliere i rapporti spaziali nelle figure proposte e di riprodurli su un foglio è la figura di Rey: nella copia realizzata dal bambino è possibile riconoscere grossolanamente le figure geometriche che caratterizzano il test, ma non sono state rispettate né le misure né i rapporti spaziali tra le figure. Questo fenomeno può essere causato sia dal *crowding* (35) sia dalle alterazioni visuo-spaziali (10).

Infine al test DEM ha ottenuto risultati scadenti: ha impiegando molto tempo e ha commesso numerosi errori, quali, omissioni, inversioni di singoli numeri o di righe intere e inoltre ha confuso tra loro tutti i numeri 6 e numeri 9. Questo evidenzia ancora una volta l'incapacità del bambino di cogliere i rapporti spaziali degli oggetti.

Nello svolgimento di tutti i test è stata mantenuta la correzione abituale, anche se dalla refrazione svolta risulta sovracorretto di 0,75/ 1 D. Le anomalie quindi possono essere sia di natura refrattiva sia di natura visuo-percettiva e visuo-motoria. È possibile capire la natura di queste alterazioni solo dopo aver eliminato la componente refrattiva, in modo tale che il sistema visivo non debba adattarsi ad una correzione imprecisa, alterando quindi tutte le altre componenti (visione binoculare. Accomodazione, vergenze, Re-Vip).

Le anomalie dal punto di vista refrattivo, accomodativo e delle vergenze, sono marcate. L'intervento dell'optometrista in questo caso è fondamentale per permettere al bambino di migliorare la sua performance visiva e stabilizzare i

parametri della visione binoculare. Inoltre l'optometrista può evidenziare i gravi problemi visuo-motori (saccadi, fissazioni, duizioni, vergenze e inseguimenti) che possono essere però migliorati attraverso il *visual training*. Quindi l'intervento di questo professionista è funzionale per permettere la creazione di una base solida sulla quale gli altri professionisti coinvolti nel trattamento dei DSA possono lavorare: se non vengono eliminati i problemi visivi, il disturbo del bambino viene migliorato solo in parte, in quanto è dovuto anche a questo tipo di anomalie.

D: Dall'analisi refrattiva si evidenzia una vera insufficienza di convergenza: è presente un evidente exoforia prossimale (maggiore di 6 Dp (24)), le vergenze relative positive sono molto più basse della norma (24) e la distanza di lettura è molto ravvicinata (questo fa ipotizzare a una vera insufficienza; se la distanza di lettura fosse stata nella norma allora si potrebbe parlare di pseudo-insufficienza di convergenza, causata da una componente accomodativa (23)). L'ipotesi di insufficienza di convergenza è confermata anche dal fatto che il bambino necessita di più tempo nella lettura e nella comprensione (23) (48) nello svolgimento di tutti i test di lettura e copiatura. Nonostante queste alterazioni il riflesso visuo-posturale del bambino non è anomalo.

Nei test NSUCO non presenta difficoltà di alcun tipo, esegue le consegne in modo preciso, senza muovere la testa. Ha totalizzato il punteggio massimo sia nello svolgimento sia nella precisione degli sbalzi di fissazione e negli inseguimenti.

Le anomalie nei test che seguono quindi hanno un'origine puramente refrattiva: la correzione dell'insufficienza di convergenza (*visual training* o i prismi gemellati verticali a base alta (23)) può ridurre di molto le sue difficoltà.

Limitarsi a un trattamento per il miglioramento nella lettura e nella velocità, senza considerare la componente visiva, può essere molto dannoso per il bambino: i miglioramenti saranno lenti e non efficaci.

Nei test visuo percettivi, come il fratello, ha avuto difficoltà con gli esercizi per la memoria visiva e nei test di costanza visiva. È stato possibile notare che le difficoltà sono sopraggiunte dopo le prime figure proposte: con le prime immagini rispondeva correttamente, man mano che il test procedeva aumentavano gli errori, questo probabilmente perché il bambino era affaticato nella visione, questo causato dall'insufficienza di convergenza.

Nel Groffman Visual Tracing test ha realizzato un punteggio migliore del soggetto C nel subtest A, trovando 3 soluzioni corrette, impiegando però più di un minuto nella risposta (come detto in precedenza, la lentezza nella risposta è data dall'insufficienza di convergenza (23) (48)) e aiutandosi con il dito per tenere il segno. Nonostante questo i punteggi sono molto inferiori alla norma (media 17 ± 3 (27)) sia per quanto riguarda il subtest A sia per il subtest B, nel quale non ha dato nessuna risposta corretta. I test semplificati iniziali sono stati svolti correttamente impiegando 40 secondi.

Nel King Devick Test è stata confermata ancora una volta la lentezza nella lettura. È da precisare che non sono stati commessi errori, ma il bambino conosce solo i numeri da 1 a 4, di conseguenza nei test ha letto solo quelli conosciuti. A scuola utilizza la tavola numerica, consigliata dalle maestre.

Nella copiatura della figura di Rey ha realizzato una figura simile a quella proposta ma mancante di molti dettagli. Inoltre è da precisare che ha impiegato più di 5 minuti nel realizzarla.

Infine per quanto riguarda il test DEM i punteggi non sono analizzabili con precisione in quanto si è rifiutato di svolgere una parte di test e conosce solo i numeri da 1 a 4. Nonostante i pochi numeri conosciuti ha impiegato molto tempo nel leggere le prime due schede e ha commesso anche errori di inversione tra righe successive.

Dal confronto tra i diversi casi si evince che alla base è presente un difetto visivo di convergenza e/o di accomodazione che non è stato compensato o trattato ed è sempre presente una componente visuo motoria alterata.

Per esempio nel caso di A, mai stata valutata da un optometrista, ma attualmente seguita da pedagogo, neuropsicologo infantile e ortottista, la componente visiva potrebbe essere resa più efficace con una compensazione adeguata e un trattamento di VT (visual training) con lo scopo di migliorare i movimenti oculari e l'accomodazione. Sarebbe infatti interessante proporre alla famiglia test per il miglioramento della performance accomodativa per verificare se poi gli altri parametri rientrano nella norma. Un altro accorgimento che può essere utilizzato al fine di migliorare l'insufficienza accomodativa è l'aggiunta di un potere positivo per la lettura da vicino. Riducendo i problemi accomodativi, diventano più efficaci le strategie per superarti i disagi della dislessia e potrebbero fornire alla bambina, caratterialmente molto insicura, una maggiore sicurezza e alimentare l'autostima.

Lo stesso, ovviamente con trattamenti mirati al tipo di difetto visivo, può essere detto dei casi C e D. Questi due bambini hanno innegabili problemi visuo-motori, ma quanto questi sono dovuti ai problemi visivi che presentano? Ancora una volta sarebbe interessante collaborare con gli addetti alle diagnosi di DSA per valutare se il disturbo del bambino può essere ridotto e poi, con l'aiuto di altre

figure professionali, recuperato, partendo da un trattamento visivo corretto e funzionale, quali il VT, l'addizione per vicino e la prescrizione di prismi.

Il fatto che in tutti i soggetti siano presenti difficoltà scolastiche, tranne nel caso B, l'unico a essere correttamente compensato, evidenzia la componente visiva come condizione peggiorativa di questi disturbi di apprendimento. Un soggetto che non è in confort visivo, ha un rendimento e una performance scadente (23).

I dati raccolti, seppur limitati, confermano le ipotesi della letteratura secondo le quali i problemi visivi legati ai DSA sono di origine accomodativa, visuo motoria e di convergenza, infatti come risulta dai dati della tabella III l'accomodazione, in tutti i casi con disturbi scolastici, è anomala. A è un caso di ipoaccomodazione, in linea con ciò che afferma Harrer (31) e questo limita il processo di decodifica della parola. Nei casi C e D l'ampiezza accomodativa è ben sotto la norma indicata da Donders: Hofmann (3) ha infatti analizzato soggetti con DSA e ha riscontrato in più della metà dei casi un'ampiezza accomodativa insufficiente.

Anche le forie e le riserve fusionali sono state indicate come concause delle difficoltà di apprendimento (42). Nei capitoli iniziali viene evidenziato che 9 soggetti su 10, presentati DSA, hanno riserve fusionali positive inferiori alla norma, e 8 soggetti su 10, riserve fusionali negative anomale(42). Questo a conferma delle anomalie nelle vergenze fusionali riscontrate nei soggetti A,C,D. In linea con i dati dei soggetti analizzati, lo studio (43) svolto su 1031 bambini, con DSA, in cui è stata mostrata una forte correlazione tra le disfunzioni nelle vergenze e i disturbi scolastici, specialmente nella lettura, in matematica e in scienze.

Studi (78) hanno dimostrato che eventuali deficit visuo-spaziali possono coinvolgere la copiatura, infatti un soggetto che non ha ben sviluppate questa abilità copia un disegno in modo impreciso e commettendo errori grossolani: è

molto evidente nel caso C, mentre A e D hanno commesso alcuni errori meno evidenti, ma comunque in numero maggiore di B.

Dai test che prevedono il soggetto possieda una buona visuo-motricità, coloro che hanno difficoltà di apprendimento hanno dei risultati scadenti: questo può essere dovuto a difficoltà visuo-motorie. Il motivo visuo-motorio preciso di tali disturbi non può essere identificato correttamente attraverso questi test, infatti i DSA possono essere causati da fissazioni eccessivamente lunghe, movimenti saccadici latenti (nel 63% dei casi) con stimoli presentati in rapida sequenza (64); un lettore con difficoltà di apprendimento specifiche legge una riga nello stesso tempo in cui un normo lettore ne legge tre (65) (66); nei casi analizzati le tempistiche vengono, a grandi linee, confermate: se si confrontano i casi A,C, e D con il caso B si nota che i tempi di risoluzione di un test sono il doppio o anche di più. Questi dati sono in linea anche con quelli raccolti da Sherman e Hoffman (68) (69) i quali hanno evidenziato che il 95-96% dei bambini con DSA ha gravi problemi visuo-motori; in questo caso tutti i bambini analizzati, con difficoltà scolastiche, hanno problemi visuo motori.

CONCLUSIONE

L'impegno scolastico è faticoso per qualsiasi sistema visivo, ma per un bambino con disordini visivi, refrattivi o di visione binoculare, questo impegno può essere decisamente oneroso. Se queste anomalie rifrattive o della VB si verificano in un soggetto con DSA allora l'impegno scolastico diventa eccessivamente faticoso. Il ruolo dell'optometrista non si inserisce direttamente nel trattamento dei DSA, quanto piuttosto in un lavoro d'equipe tra professionisti occupandosi dell'aspetto visivo e creando quelle condizioni di migliore performance visiva necessaria alle attuazioni di strategie specifiche per i disturbi dell'apprendimento o altre difficoltà scolastiche.

L'optometrista non cura i problemi di apprendimento, ma può aiutare i soggetti che ne soffrono (84). Lo scopo di questo elaborato è infatti dimostrare qual è il compito dell'optometrista, non tanto nella fase di diagnosi del disturbo in sé o delle cause che lo comportano, ma nell'evidenziare eventuali anomalie visive, binoculari e visuo-motorie, in modo tale da compensare con ausili o trattamenti, che comprendono lenti oftalmiche, lenti a contatto, VT o istruzioni di igiene e strategia visiva, per il miglioramento delle performance scolastiche dei soggetti e per il loro benessere. Le principali anomalie che sono state evidenziate nell'elaborato sono le anomalie di vergenza, accomodative e visuo motorie.

L'*American Optometric Association* (AOA) evidenzia che ignorare il ruolo della visione negli individui con problemi di apprendimento è un disservizio nei confronti di questi bambini, in quanto si preclude loro la possibilità di ricevere le cure più appropriate (82).

Il concetto chiave è che nel trattare i soggetti con problemi di apprendimento è necessario un approccio multidisciplinare (10) (82) (83) (84) (85). A conferma di questo possono essere considerati i casi C e D, i quali non hanno ancora una diagnosi di DSA, a differenza di A; nonostante questo i problemi visivi e visuo-motori sono molto evidenti e grossolani: un pedagogo o un neuropsicologo infantile evidenziano altri tipi di

problemi, ma se questi sono causati anche da anomalie visive? L'optometrista potrebbe essere una figura utile. La collaborazione tra vari professionisti, non solo quelli che compongono l'equipe diagnostica prevista dalla legge italiana, scuola e genitori è il punto di partenza al fine di organizzare un intervento tempestivo ed efficace sui bambini che mostrano segni di difficoltà (82) (84). Nell'equipe che si occupa di queste situazioni vanno coinvolti adeguatamente i genitori che spesso reagiscono in modi molto diversi e non sempre in modo costruttivo: in alcune situazioni si passa dal vergognarsi per la situazione del figlio al desiderare una diagnosi certa di DSA per avere una sorta di scusante o alibi. In ogni caso al centro dev'essererci l'attenzione al bambino e i suoi bisogni, di vedere bene, di lavorare serenamente e stare bene.

BIBLIOGRAFIA:

1. Lane K.A.; Developing your child for success; Learning Potential Publisher, INC.; 1991;1-19
2. Bonatti W.; I miei ricordi. Scalate al limite del possibile; I tascabili; Editore Baldini & Castoldi; 2013; 1-404
3. M. M. Scheiman, M.W. Rouse; Optometric Management of Learning-Related Vision Problems; Mosby Inc; 2 edizione; 9 gen 2006; 500-600
4. Caratteristiche visive nella dislessia; Supplemento a Prisma; Vol. 2; 2010;
5. Benso E.; La dislessia. Una guida per genitori e insegnanti: teoria, trattamenti e giochi; Il leone Verde;2011;1-160
6. MIUR, articolo 170, anno 2010
7. Piccoli M.; Valutazione in equipe multidisciplinare dei disturbi specifici dell'apprendimento. Le alterazioni oculomotorie della dislessia; Prisma; Maggio-Agosto 2009
8. Sabbadini L.; La disgrafia in età evolutiva; Springer; 2013;10-170
9. Ganci A.; Disortografia evolutiva: caratteristiche cliniche e trattamento; State of Mind, il giornale delle scienze psicologiche;2016;1-5
10. Enciclopedia Treccani
11. Santinelli L.; I disturbi visuo-spaziali ;SUPSI; 2010;1-36
12. Shalev R.S.; Developmental dyscalculia; Journal of child neurology; Ottobre 2004; 19-71.
13. Orsolini M., Fanari R.,Maronato C.; Difficoltà di lettura nei bambini; Carocci editore; 2017; 1-126
14. Porta M.; L'apprendimento della lettura. Processi, problemi, prevenzione; Pellegrini; 1996, 1- 154
15. Cornoldi C., Gruppo MT; La Prevenzione e il Trattamento delle Difficoltà di Lettura e Scrittura; OS-Organizzazioni Speciali; 1994; 1-132
16. Tallal P.; Auditory temporal perception, phonetic, and reading disabilities in children; Brain Lang; Vol. 9; 1980; 182-198
17. Merzenich M.M., Jenkins W.M., Johnston P., Schreiner C., Miller S.L., Tallal P.; Temporal processing deficits of language-learning impaired children ameliorated by training; Science; Vol. 271; 1996; 77-81
18. Casco C.; Psicofisica della visione; Guerini e Associati; 2014; 1-102
19. Livingstone M.S., Rosen G.D., Drislane F.W., Galaburda A. M.; Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia; Proceedings of the National Academy of Sciences of USA; Vol. 88; 1991; 7943–7947

20. Eden G.F., VanMeter J.W., Rumsey J.M., Maisog J.M., Woods R.P., Zeffiro T.A.; Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging; *Nature*;1996; 66–69
21. Delacato C. H.; *The diagnosis and treatment of speech and reading problems*; Charles C Thomas Publisher; 1974; 3-175
22. Suchoff I.B.; *Visual- spatial development in the child: an optometric theoretical and clinical approach*; New York: State University of New York Press; 1975; 1-63
23. Formenti M.; *Dispense di lezione di Optometria 2*; 2017-2018
24. Rossetti A., Gheller P.; *Manuale di optometria e contattologia*; Zanichelli; Vol. 2; 2003; 80-94
25. Andreetti R., Picella M., Pizzicotti C., Maggiani A., Toni R.; *Visione e Apprendimento; ProjectWork per Corso annuale di Visual Trainig Livello 1*; Accademia Europea di Sports Vision; 2001
26. Flax N., MozlinR., Solan H.A.; *learning disabilities dyslexia*; *Journal of America Optometry*; Vol. 54; 1984; 339-401
27. Kremenitzer J.P., Vaughan H.G Jr., Kurtzberg D., Dowling K.; *Smooth-Pursuit Eye Movements in the Newborn Infant. ; Child Development*; Vol. 50, No. 2; Giugno 1979; 442-448
28. Evans B.J.W., Drasdo N., Richards I.L.; *Dyslexia: the link with visual deficits*; *Ophthalmic Physiol Optometry*; Vol. 16; Gennaio 1996; 3-10
29. Fanottoli F.; *Percezione visiva e integrazione visuo motoria*; *Opto Vision*; 12 marzo 2014
30. Zorzi G., M. Parmini, Piccoli M., Drago D., Afragoli A., Bergamaschi D., Greco A., Menegotti A., Vigneux F.; *Requisiti visivi per l'acquisizione delle abilità di lettura, scrittura e calcolo (criteri di esclusione)*; *Prisma*; Vol. 1; Gennaio-Aprile 2012; 1-19
31. Harrer S., Partik G., Franz H.; *Lese-Rechtschreib- Störung and sogenannte Fehlsichtigkeit*; *Spektrum Augenheilkd*; 2005; 233-236
32. Stein J.F., Riddell P.M., Fowler M.S.; *Disordered vergence control in dyslexic children*; *British journal of Ophthalmology*; Vol. 72; 1988; 66-162
33. Riddell P., Fowler M.S., Stein J.F.; *A comparison of sighting dominance and the Dunlop Test reference eye in reading disable children*; *British Orthoptic Journal*; Vol. 44; 1987; 64-69
34. Hammerberg E., Norn M.S.; *Defective dissociation of accommodation and convergence in dyslectic children*; *Acta Ophthalmology (Copenh)*; Vol. 50; 1972; 600-641
35. Martelli M., Di Filippo G., Spinelli D. et al., *Crowding, reading, and developmental dyslexia*; *Journal of Vision*; Vol. 9; 2009; 1-18
36. Lorusso M.L., Facoetti A., Pesenti S., et al.; *Wider recognition in peripheral vision common to different subtypes of dyslexia*; *Vision Research*; Vol. 44; 2004; 2413–2424
37. Levi D.M.; *Crowdig- an essential bottleneck for object recognition: a minireview*; *Vision Research*; Vol. 48; 2008; 635-654

38. Iles J., Walsh V., Richardson A.; Visual Search performance in dyslexia; *Dyslexia*; Vol. 6; Luglio- Settembre 2000; 77-163
39. Chung S. T., Jarvis S.H., Cheung S.H.; The effect of dioptric blur on reading performance; *Vision Research*; Vol. 47; Giugno 2007; 1584–1594
40. Virgili G., Giacomelli G., Talarico F., et al. ; La lettura: un bisogno non soddisfatto in individui con riduzione visiva?; *Ottica fisiopatologica*; Giugno 2004
41. Scheimann M. M., Rouse M. W.; The relationship between vision and learning; *Optometric management of learning-related vision problems*; II edition; 1994.
42. Kiely P.M.; Crewther S.G., Crewther D.P.; Is there an association between functional vision and learning to read?; *clinical and experimental optometry*; Vol.84; 2001; 346-353
43. Shin H. S., Park S.C., Park C.M.; Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children; *Ophthalmic Physiol Opt*; 2009; 615-624.
44. Aleci C.; Aspetti neuroftalmologici nella dislessia evolutiva; *Prisma*; Vol. 3; Settembre-Dicembre 2014; 1-27
45. Benton C.D., McCann J.W., Larsen M.; Dyslexia and dominance; *Journal of Pediatric ophthalmology*; Vol.3; 1966; 53-57
46. Morad Y. et al.; Correlation between reading skills and different measurements of convergence amplitude; *Current Eye Research*; Agosto 2002.
47. Caccioppoli E., Caccioppoli L., et al.; Visione e stress; *ProjectWork per Corso Annuale di Visual Training Livello 1 Accademia Europea di Sports Vision Autori*
48. Magostini F.; Segni di adhd in bambini con difficoltà di convergenza. può un'alterazione delle abilità visive creare problemi di attenzione e iperattività?; 12 giugno 2013; *CRV*
49. Orsting E.; Rouse M., De Land P., Prospective Comparison of Convergence Insufficiency and Normal Binocular Children on CIRS Symptom Surveys; *Optometry and Vision Science*; Aprile 1999
50. Vision therapy: training laterality and directionality; *Optometric extension program*; Vol. 37; 1994
51. Siviero M.O., Rysovas E.O., Juliano Y. Et al.; Eye-hand preference dissociation in obsessive-compulsive disorder and dyslexia; *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*; Giugno 2002; Vol.60; 5-242
52. Stein J.F., Richardson A.J, Fowler M.S; Monocular occlusion can improve binocular control and reading in dyslexics; *Brain*; 2000; 70- 167
53. Maffioletti S.; La verifica e la valutazione optometrica dell'attività visiva prossimale. *Rivista Italiana di Optometria*; 2004; 26-42
54. Lovegrove W.J., Bowling A., Badcock D., Blackwood M.; Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency; *Science*; 1980; Vol. 210; 40-439

55. Hussey E.S.; Intermittent central suppression: a missing link in reading problems?; *Journal of Optometry*; Vol. 21; 1990; 11-16
56. Hussey E.S.; Remote treatment of intermittent central suppression improves quality-of-life measures; *Optometry (St. Louis, Mo.)*; Gennaio 2012; Vol. 83; 19-26
57. Rossetti A.; *Lenti e occhiali*; Medical books; Vol. unico; 2003; 137-150
58. Liversedge S.P., Findlay J.M.; Saccadic eye movements and cognition; *Trends in Cognitive Sciences*, January 2000, Vol 4, No 1
59. Liversedge S.P., Rayner K., White S.J., Findlay J.M., McSorley E.; Binocular Coordination of the Eyes during Reading- Report; *Current Biology* 16; September 2006
60. Bucci M.P, Kapoula Z.; Binocular coordination of saccades in 7 years old children in single word reading and target fixation; *Vision Research* 46 2006; 457-466
61. Blythe H.I., Liversedge S.P., Joseph H.S.S.L., White S., Findlay J.M., Rayner K.; The binocular coordination of eye movements during reading in children and adults; *Vision Research* 46; 2006; 3898-3908
62. Tiffin-Richards S.P., Schroeder S.; Word length and frequency effects on children's eye movements during silent reading; *Vision Research* 113; 2015; 33-43
63. Zoccolotti P.E., Friedmann N.; From dyslexia to dyslexias, from dysgraphia to dysgraphias, from a cause to causes: a look at current research on developmental dyslexia and dysgraphia; *Cortex*; Vol. 46; 2010
64. Ram-Tsur R., Faust M., Caspi A., et al.; Evidence for Ocular Motor Deficits in Developmental Dyslexia: Application of the Double-Step Paradigm; *Investigative Ophthalmology and Vision Science journal*; 2006; Vol. 47; 4401-4409
65. Adler-Grimber D., Stark L.; Eye movements, scan paths and dyslexia; *American Journal of Optics and Physiological Optics*; Vol. 55; 1978; 557-570
66. Zoccolotti P., De Luca M.; I movimenti oculari nella lettura: aspetti normali e patologici; *Dislessia*; 2004; Vol. 1; 277- 288
67. Pavlidis G.T.; Eye movements in ddyslexia: diagnostic significance; *J. Learn. Diasab.*; 1985; 18-42
68. Sherman A.; Relating vision disorders to learning disability; *Journal of the American Optometric Association*; 1973; 140-141.
69. Hoffman L.G.; Incidence of vision difficulties in children with learning disabilities; *J. Am. Optom. Assoc.*; 1980; 447-451
70. Scheiman M., Wick B.; *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorders*; 4 ed.; Lippincott Williams; 2013
71. Grossi E., Trojano L.; *Lineamenti di neuropsicologia clinica*; Carocci; Roma; 2011
72. Cornoldi C., Vecchi, T.; *Visuo-spatial working memory and individual differences*; Psychology Press(Hove); 2003; 1-169

73. Shallice T.; From neuropsychology to mental structure; Cambridge University Press; Cambridge; 1988; 1-480
74. Stanley G., Smith G.A., Howell E.A.; Eye-movements and sequential tracking in dyslexics and control children; British Journal of Psychology; Vol. 74; 1983; 181-187
75. Pache M., Weber P., Klumpp S., et al; Visuelle Funktionen bei Legasthenie: Ophthalmologische und neuropsychologische Befunde; Ophthalmologe;2004; Vol. 9; 907-913
76. Siok W.T., Spinks J.A., Jin Z., et al.; Developmental dyslexia is characterized by the co-existence of visuospatial and phonological disorders in Chinese children; Current Biology; Ottobre 2009; Vol.19; 890-892
77. Ibrahimi D.; La visione in relazione ai problemi di apprendimento nella lettura; neuroscienze.net 2012
78. Del Giudice E., Grossi D., Angelici R., Frisanti A.F., Latte F., Fragassi N.A., Trojano L.; Spatial Cognition in children. Development of drawing-related (visuospatial and constructional) abilities in preschool and early school years; Brain And Development; 2000; Vol. 22; 362-367
79. Mammarella I.C., Cornoldi C.; Difficulties in the control of irrelevant visuospatial information in children with visuospatial learning disabilities; Acta Psychologica; 2005; Vol.118; 211-228
80. Birnbaum H.M.; Optometric Management of Nearpoint Vision Disorder; Butterworth-Heinemann; 2 edizione; 15 gennaio 1993
81. Schmitt E.; The skeffington perspective of the behavioral model of optometric data; 2006
82. American Optometric Association; Fact sheets on optometric vision therapy, St. Louis, MO, June 1992
83. Coplin J.W., Morgani S.B.; Learning Disabilities, A Multidimensional Perspectiv; Journal of learning disabilities;1988;Vol. 21;614-62
84. Garzia R. P., Borsting E. J. et al. ; Care of the Patient with Learning Related Vision Problems; American Optometric Association; 2008
85. Cornoldi C.; Le difficoltà di apprendimento a scuola. Far fatica a leggere, a scrivere e a capire la matematica; Il Mulino; 1999; 1-125

Ringraziamenti

A mamma e a papà che hanno permesso che tutto questo si avverasse e per avermi insegnato l'importanza dei sacrifici.

A mia sorella, un punto fermo in ogni occasione, un porto sicuro in cui tornare.

A Emma e Tommaso che mi hanno insegnato l'importanza di un sorriso e che ogni sforzo viene sempre ripagato.

Ad Alberto, colui che ha sempre creduto in me e mi ha insegnato a volermi bene; colui che mi supporta e sopporta.

Ad Annachiara, la compagna di sorrisi, pianti, delusioni ed esplosioni di gioia; grazie per aver reso unico questo percorso.

Un grazie a chi ha deciso di rimanermi accanto in questi anni e a chi ha voluto partecipare al raggiungimento di questo primo traguardo.

Grazie,

Alice