



**UNIVERSITÀ  
DI PARMA**

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE  
IN PSICOBIOLOGIA E NEUROSCIENZE COGNITIVE**

**RASSEGNA DEGLI STUDI SUL RUOLO DELL'ATTENZIONE  
VISUO-SPAZIALE NELLA DISLESSIA EVOLUTIVA**

**Relatore:**

*Chiar.ma Prof.ssa VERA FERRARI*

**Controrelatore:**

*Chiar.ma Prof.ssa DOLORES ROLLO*

**Laureando:**

*DANIELA COSTA*

**ANNO ACCADEMICO 2022-2023**



*Ai miei genitori*



## **Riassunto**

La ricerca contemporanea sulla dislessia evolutiva (DE), così come gli altri disturbi dell'apprendimento si muove verso una visione articolata, che prende in considerazione molteplici fattori. Tuttavia, le ipotesi unicusali restano rilevanti per la comprensione di tali disturbi. In particolare, nonostante l'ampia accettazione dell'ipotesi del deficit fonologico nella DE, questa presenta limitazioni evidenti, soprattutto a fronte delle convincenti prove di una compromissione della funzione visiva magnocellulare in molti individui con dislessia. Negli ultimi decenni, la teoria del deficit visivo si è affiancata a quella fonologica e si è articolata in varie ipotesi, fra cui quella di un deficit di attenzione visuo-spaziale. Questa rassegna critica analizza il ruolo dell'attenzione visuo-spaziale nella DE, esaminando 4 rassegne e 14 studi sperimentali rilevanti sull'argomento. Gli studi sono stati selezionati tra quelli più citati, sia recenti che datati, nell'ambito della psicologia cognitiva. Attraverso analisi e osservazioni critiche, vengono esplorati gli elementi che contribuiscono alla variabilità tra gli studi.

## **Abstract**

The scientific community today examines developmental dyslexia (DD) and other learning disorders from an increasingly broad and complex perspective. However, single causal hypotheses remain relevant because they simplify the understanding of these disorders. Despite the widespread acceptance of the phonological deficit hypothesis in DD, it has evident limitations. Evidence of impairment in the magnocellular visual function in many individuals with dyslexia is now compelling. In recent decades, the visual deficit theory has complemented the phonological theory, articulating various hypotheses, including a deficit in visuospatial attention. This critical review analyzes the role of visuospatial attention in DD, examining 4 relevant reviews and 14 experimental studies on the topic. Studies were selected from the most cited, both recent and dated, in the field of cognitive psychology. Through critical analysis and observations, the elements contributing to variability among studies are explored.

## **Introduzione alla tesi**

Nel vasto panorama della ricerca contemporanea sui disturbi dell'apprendimento, la dislessia evolutiva (DE) emerge come un'area di studio sempre più articolata e complessa. L'approccio multifattoriale, ormai diffuso e ampiamente accettato, considera una gamma vasta e diversificata di fattori, offrendo una prospettiva più ricca e sfaccettata su questa condizione. Tuttavia, nonostante questa prospettiva multidimensionale, le ipotesi unicusali conservano una loro rilevanza nell'approfondimento della comprensione dei disturbi dell'apprendimento.

In particolare, sebbene l'ipotesi del deficit fonologico nella DE abbia raggiunto un'ampia accettazione, è importante riconoscere le sue evidenti limitazioni. La teoria fonologica, pur essendo diffusa, non fornisce una spiegazione esaustiva delle difficoltà dei bambini con dislessia nel processo di decodifica. Sebbene l'essenza della lettura risieda nella traduzione delle lettere nei suoni corrispondenti, la teoria fonologica sembra ripetere questa essenza senza approfondire le cause specifiche dell'incapacità dei bambini con dislessia di apprendere questa fondamentale abilità.

Negli ultimi anni, la teoria del deficit visivo si è affiancata a quella fonologica, introducendo ipotesi quali il deficit di attenzione visuo-spaziale come possibile fattore causale della dislessia evolutiva. Numerosi sono gli studi che hanno indicato la presenza di deficit nell'attenzione visiva nei soggetti dislessici, suggerendo una nuova direzione di ricerca.

Questa tesi si propone di analizzare criticamente il ruolo dell'attenzione visuo-spaziale nella DE, attraverso l'esame di quattro rassegne e quattordici studi sperimentali rilevanti sull'argomento, selezionati attraverso rigorosi criteri -di selezione, al fine di fornire una panoramica esaustiva e aggiornata sul tema.

Attraverso questa analisi approfondita, la proposta è quella di evidenziare le sfide attuali e le potenzialità future nella comprensione della dislessia evolutiva, offrendo spunti significativi per la ricerca e la pratica clinica nell'ambito dell'attenzione visuo-spaziale.

Il primo capitolo, intitolato "I DSA e la Dislessia Evolutiva", si struttura nei seguenti paragrafi: inizia con un'analisi introduttiva sui Disturbi Specifici di Apprendimento, per poi procedere con un'analisi approfondita del quadro nosografico della Dislessia Evolutiva. Quest'ultima viene contestualizzata attraverso l'introduzione ai manuali diagnostici internazionali ICD-11 e DSM-V, esaminando i criteri diagnostici e confrontando i codici utilizzati in passato con quelli attualmente in uso. Viene affrontato anche l'aspetto epidemiologico, con un focus sulla situazione italiana, le differenze di genere e le implicazioni della lingua utilizzata. L'ultimo paragrafo di questo capitolo si concentra sulla diagnosi e sugli strumenti di valutazione utilizzati per riconoscere la Dislessia Evolutiva, illustrando il percorso che va dalla segnalazione iniziale alla formulazione della diagnosi.

Il secondo capitolo, intitolato "Le principali ipotesi eziologiche sulla Dislessia Evolutiva", affronta le diverse ipotesi che cercano di spiegare le cause di questo disturbo. Si concentra sul neurocostruttivismo, evidenziando il contributo che questo approccio ha fornito nella ricerca sui DSA. Gli altri paragrafi approfondiscono il profilo cognitivo e neuropsicologico degli individui affetti da dislessia, focalizzandosi sulle ipotesi unicusali relative a questa condizione. In particolare, dopo una breve menzione critica alla nota e conclamata ipotesi fonologica, viene sviluppato in modo più dettagliato il paragrafo dedicato all'ipotesi del deficit visivo, dal quale deriverebbe il deficit di attenzione visuo-spaziale nella dislessia.

Il terzo capitolo, intitolato "Indagine sull'attenzione visuo-spaziale nella Dislessia Evolutiva", entra nel merito della presente rassegna. Dopo l'illustrazione dei criteri di inclusione ed esclusione adottati per la selezione degli studi, viene esaminato il contenuto delle quattro



revisioni sistematiche e dei quattordici studi sperimentali, approfondendo le evidenze di un deficit nell'attenzione visuo-spaziale fornite da tali studi selezionati. Un paragrafo è dedicato esclusivamente all'analisi delle modalità di selezione dei partecipanti, inclusa la composizione dei campioni sperimentali, con particolare attenzione ai criteri di selezione adottati da ciascuno studio e alla possibilità di comorbidità. Un ulteriore paragrafo si concentra sulle metodologie utilizzate da ciascuno studio per la diagnosi di dislessia, investigando i criteri diagnostici adottati e facendo riferimento ai principali manuali diagnostici vigenti al momento dello studio, nonché alla lingua e al paese in cui è stato condotto. Infine, vengono elencati i paradigmi sperimentali impiegati nei quattordici studi per indagare il deficit di attenzione visuo-spaziale nella dislessia.

Il quarto capitolo, intitolato "Discussione", offre una panoramica dei limiti generali presenti nella letteratura sui disturbi specifici di apprendimento e approfondisce quelli emersi durante la presente rassegna. Si concentra principalmente sull'analisi critica delle caratteristiche dei partecipanti e dei criteri di inclusione adottati nei vari studi sperimentali, i quali mostrano una notevole eterogeneità sia nel numero che nel contenuto, contribuendo così alla diversità dei campioni di studio. Viene esaminata approfonditamente la questione delle modalità di diagnosi, le quali variano da studio a studio, sia in relazione ai criteri diagnostici secondo i manuali internazionali vigenti negli anni in cui sono stati condotti gli studi, i quali hanno subito variazioni nel corso del tempo, sia per quanto riguarda i test e i relativi valori di soglia utilizzati per diagnosticare la dislessia. Inoltre, viene sottolineata l'importanza della lingua utilizzata nello studio, poiché il processo di lettura è influenzato dal grado di trasparenza della lingua stessa. Infine, vengono esaminati i vantaggi e le implicazioni pratiche della ricerca sul deficit visuo-spaziale nella dislessia evolutiva, insieme alle prospettive per future ricerche su questo argomento.

In conclusione, questa tesi si propone di offrire un contributo significativo al campo della ricerca sulla dislessia evolutiva, esaminando criticamente il ruolo dell'attenzione visuo-spaziale attraverso una sintesi esaustiva di studi e rassegne pertinenti. Attraverso un'analisi approfondita dei limiti e delle potenzialità emerse nella letteratura esaminata, mira a delineare sfide attuali e prospettive future nel comprendere questa complessa condizione. Si auspica che questo lavoro possa fornire spunti utili per la ricerca e la pratica clinica nel campo dei disturbi specifici di apprendimento, promuovendo una maggiore consapevolezza e comprensione dell'importanza dell'attenzione visuo-spaziale nella dislessia evolutiva.

## Indice

<b>CAPITOLO 1: I DSA e la Dislessia Evolutiva</b>	<b>1</b>
1.1 I DSA	1
1.2 Inquadramento nosografico della Dislessia Evolutiva	4
1.2.1 ICD-11	4
1.2.2 DSM-V	7
1.3 Epidemiologia	10
1.4 Diagnosi e strumenti di valutazione	12
1.4.1 La diagnosi di Dislessia Evolutiva	16
<b>CAPITOLO 2: Le principali ipotesi eziologiche sulla Dislessia Evolutiva</b>	<b>20</b>
2.1 L'approccio neurocostruttivista	20
2.2 Le ipotesi unicausali	23
2.2.1 Ipotesi del deficit fonologico	25
2.2.2 Ipotesi del deficit visivo	26
2.3 Profili cognitivi e neuropsicologici	30
<b>CAPITOLO 3: Indagine sull'attenzione visuo-spaziale nella Dislessia Evolutiva</b>	<b>35</b>
3.1 Criteri di inclusione per la rassegna	35
3.2 Evidenze di un deficit nell'attenzione visuo-spaziale	37
3.2.1 Le rassegne	37
3.2.2 Gli studi sperimentali	43
3.3 I campioni	49
3.4 La diagnosi	53
3.5 I paradigmi sperimentali	57
<b>CAPITOLO 4: Discussione</b>	<b>66</b>
4.1 Analisi dei limiti della letteratura	66
4.1.1 Caratteristiche dei partecipanti e criteri di inclusione	67
4.1.2 Le modalità di diagnosi	69
4.2 Vantaggi della ricerca e risvolti applicativi	72
4.3 Implicazioni per la ricerca futura	74
<b>Bibliografia</b>	<b>76</b>
<b>Allegati</b>	<b>91</b>

## **CAPITOLO 1**

### **I DSA e la Dislessia Evolutiva**

#### **1.1 I DSA**

Secondo l'Istituto Superiore di Sanità, i Disturbi Specifici di Apprendimento, DSA, sono condizioni cliniche con possibili cause genetiche comuni e anomalie parzialmente condivise dei circuiti neuro funzionali responsabili delle abilità di lettura, scrittura e calcolo. Sulla base del deficit funzionale rilevato, le diverse condizioni di dislessia, disortografia, disgrafia e discalculia vengono distinte.

I DSA sono limitati a specifici domini cognitivi e non influenzano il funzionamento cognitivo generale. Tuttavia, possono coinvolgere vari aspetti del sistema cognitivo come l'attenzione, le funzioni esecutive, la memoria e il linguaggio. Spesso si verificano insieme ad altri disturbi come il disturbo da deficit dell'attenzione e iperattività (ADHD: Attention Deficit and Hyperactivity Disorder), il disturbo primario del linguaggio (DPL) o il disturbo di coordinazione motoria (DCM). Ciò ha portato a una riesaminazione del concetto di "specificità" di questi disturbi. Secondo i modelli teorici più recenti, i DSA sono considerati multifattoriali e multidimensionali, mettendo in dubbio l'esistenza di deficit specifici per ciascun disturbo (ISS, 2021). I modelli multipatogenetici proposti da Pennington sono ampiamente accettati dalla comunità scientifica internazionale. Secondo queste teorie, vi sarebbero più deficit che

cooperano alla genesi e alla definizione dei disturbi del neurosviluppo, ed in particolare di quelli “settoriali” quali i DSA. Ciò potrebbe spiegare anche le frequenti comorbidità che si verificano tra i vari disturbi del neurosviluppo, per via della comune eziologia e dei comuni fattori di rischio. (Pennington, 2006, 2012).

Per quanto riguarda l’epidemiologia, i valori delle percentuali relativi ai disturbi dell’apprendimento presenti in Italia o in altre parti del mondo oscillano dal 1,5% al 5%, questo perché ancora non sono stati definiti i criteri di inclusione facendo riferimento a strumenti comuni di indagine (Cornoldi, 2023). Inoltre, la prevalenza dei DSA nella popolazione presenta oscillazioni molto ampie in relazione, oltre che ai criteri di definizione adottati, anche all’età di rilevazione e alle caratteristiche ortografiche della lingua (ISS, 2021). Il manuale diagnostico dei disturbi mentali, DSM V, riporta tassi che oscillano tra il 5% e il 15% (APA, 2013).

In Italia, il ministero dell’Istruzione fornisce annualmente i dati. A partire dalla pubblicazione della legge 170/2010 si è assistito a un aumento progressivo delle diagnosi di DSA. A titolo esemplificativo, si è passati dallo 0,7% di casi di DSA riportati nell’anno scolastico 2010-2011, al 2,9% nell’anno scolastico 2016-2017 e al 5,4% nel 2020-2021. (Cornoldi, 2023)

I dati per il 2020-2021 del MI-DGSIS-Ufficio Statistica, riportano differenze fra le diverse aree d’Italia, che si mantengono dunque presenti, anche se lievemente attenuate rispetto agli anni precedenti. Le certificazioni per DSA rilasciate agli alunni nel Nord-Ovest sarebbero il 7,8%, quelle agli alunni nel Nord-Est 5,8%, nel Centro 6,7% e nel Sud sarebbero appena il 2,8%, con un incremento delle certificazioni passando dalla scuola primaria alla secondaria di primo grado.

Nel panorama italiano, solo con l’introduzione della legge 170 del 2010 i DSA sono stati ufficialmente riconosciuti e hanno il diritto di ricevere attenzione speciale da parte dei contesti educativi e sanitari. Precedentemente a tale data, già dagli anni ’70 del secolo scorso, erano stati avviati interventi diversificati relativamente ai soggetti con difficoltà, in un’ottica dapprima

integrativa e poi sempre più inclusiva. Mancava, tuttavia, la consapevolezza che determinate problematiche fossero ascrivibili ai Disturbi Specifici dell'Apprendimento. Il riconoscimento legislativo di tale categoria diagnostica ha invece reso possibili e doverosi la progettazione di interventi mirati e l'impiego di strumenti ad hoc, con l'obiettivo di garantire le migliori opportunità di apprendimento e di successo formativo a tutti gli allievi.

Quando si parla di DSA, nonostante queste condizioni cliniche caratterizzano i soggetti per tutta la vita, si fa riferimento soprattutto alla tappa dello sviluppo conosciuta come "Media fanciullezza" o "terza infanzia" che abbraccia il periodo compreso tra i 6 e gli 11 anni, che in molti paesi, tra cui l'Italia, coincide con il periodo di frequenza della scuola elementare. L'ingresso alla scuola elementare è uno degli eventi più importanti nella vita di un bambino, che incide su tutti gli aspetti dello sviluppo, con conseguenze anche nella rappresentazione del sé e nella vita emotiva. Infatti, il confronto tra la propria prestazione e quella degli altri favorisce l'emergere di un'immagine realistica del sé, e in alcuni casi, dunque, possono anche insorgere sentimenti negativi che nascono nel momento in cui il bambino prende coscienza di "non essere bravo come gli altri". È risaputo che le opinioni che i bambini si creano circa le cause dei loro insuccessi abbiano ampie ripercussioni sia a livello emotivo che sulla motivazione a dedicarsi ai compiti impegnativi (Berti e Bombi, 2018).

Tra i Disturbi Specifici di Apprendimento il caso più emblematico e anche il più studiato è senza dubbio il disturbo di lettura. La Dislessia Evolutiva è stata oggetto di numerosi studi e per questo ne consegue una letteratura più ampia e sviluppata; per questa ragione e per quanto elencato anche nelle premesse, la presente tesi si focalizzerà su questo campo di indagine.

## **1.2 Inquadramento nosografico della Dislessia Evolutiva**

I principali e più recenti sistemi nosografici esistenti, a cui faremo riferimento, sono l'ICD-11, l'International Classification of Disease, e il DSM-V, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder.

Il primo è la classificazione internazionale delle malattie e dei problemi correlati, stilato dalla World Health Organization, WHO, di cui, nel 2019, è stata approvata l'undicesima edizione, entrata in vigore il 1° gennaio 2022; il secondo, è il sistema nosografico per i disturbi mentali e psicopatologici redatto dall'American Psychiatric Association (APA, 2013).

A marzo del 2023 è stata pubblicata, in Italia, una revisione del DSM-5, intitolata DSM-5-TR, nella quale sono stati aggiornati i criteri diagnostici di alcuni disturbi. Il DSM-5-TR, inoltre, è stato arricchito di alcune sezioni aggiuntive, per ogni disturbo mentale, su genere, razza e variazioni culturali ed alcuni disturbi, che però non comprendono i disturbi specifici di apprendimento, hanno subito delle modifiche.

In Italia le persone che, a vario titolo, si occupano di DSA, mantengono come riferimenti principali la legge 170/2010 e l'ICD-10, il primo è di fondamentale importanza soprattutto per la scuola, il secondo per i servizi di Neuropsichiatria infantile, che emettono la diagnosi. I due sistemi non sono totalmente sovrapponibili perché la legge 170 non tiene in considerazione i problemi di comprensione, espressione e ragionamento matematico e non contempla la possibilità di fare contemporaneamente diagnosi sia di dislessia che di disortografia, né di disgrafia e non permette la suddivisione dei diversi DSA (Cornoldi, 2003).

### **1.2.1 ICD-11**

Nell'ICD-11 cambia il nome della categoria diagnostica: quelli che nell'ICD-10 e che per molti anni venivano chiamati "Disturbi Evolutivi Specifici delle Abilità Scolastiche", sono ora siglati

come “Disturbi Evolutivi dell’Apprendimento” (Developmental Learning Disorder), con codice 6A03 e vengono descritti nel seguente modo:

“Il disturbo dell'apprendimento evolutivo si caratterizza per difficoltà significative e persistenti nell'apprendimento delle abilità scolastiche, che possono includere la lettura, la scrittura o l'aritmetica. Le prestazioni dell'individuo nelle abilità accademiche interessate sono notevolmente inferiori a quanto ci si aspetterebbe per la sua età cronologica e il suo livello generale di funzionamento intellettuale, e ciò comporta una significativa compromissione delle sue capacità scolastiche o lavorative. Il disturbo dell'apprendimento evolutivo si manifesta per la prima volta quando vengono insegnate le abilità scolastiche, durante i primi anni di scuola. Il disturbo dell'apprendimento evolutivo non è causato da un disturbo dello sviluppo intellettuale, da un deficit sensoriale (visione o udito), da un disturbo neurologico o motorio, dalla mancanza di accesso all'istruzione, dalla mancanza di competenza nella lingua di istruzione scolastica o da difficoltà psicosociali. (Traduzione a cura dello scrivente).”

Analizzando questa descrizione, si nota come nell'ICD-11, a differenza dell'ICD-10, viene adottato un approccio più ampio e riconoscitivo nei confronti dell'apprendimento, considerando che quest'ultimo è collegato alla vita in generale e non solo alla scuola. Le competenze di lettura, scrittura e calcolo, infatti, non sono limitate esclusivamente all'ambito scolastico. Inoltre, nella nuova versione, i disturbi evolutivi dell'apprendimento vengono descritti come "caratterizzati da difficoltà significative e persistenti nell'acquisizione di abilità accademiche, che possono riguardare la lettura, la scrittura o l'aritmetica"(ICD-11, Traduzione a cura dello scrivente). In questo modo vengono specificati i settori interessati, ma vengono anche lasciate aperte altre possibilità. Inoltre, per la prima volta, il sistema di classificazione ammette che il disturbo possa persistere non solo a scuola, ma anche nell'ambito lavorativo.



Nell'ICD-11 i Disturbi Evolutivi dell'Apprendimento rientrano nei Disturbi del Neurosviluppo (Neurodevelopmental Disorder):

“I disturbi neurosviluppo sono disturbi comportamentali e cognitivi che si manifestano durante il periodo di sviluppo e che comportano significative difficoltà nell'acquisizione e nell'esecuzione di specifiche funzioni intellettuali, motorie, linguistiche o sociali...L'eziologia presumibile dei disturbi neurosviluppo è complessa e in molti casi individuali è sconosciuta.”

(Traduzione a cura dello scrivente).

I Disturbi del Neurosviluppo sono a loro volta una sottocategoria del codice 06: “Disturbi mentali, comportamentali o del neurosviluppo” (06 Mental, behavioural or neurodevelopmental disorders).

Come nell'ICD-10, anche nell'ICD-11 si mantengono le distinzioni tra i vari disturbi, anche se i codici sono stati cambiati. Nell'ICD-11, con il codice 6A03.0, si identifica il “Disturbo evolutivo dell'apprendimento con compromissione della lettura [*decodifica e comprensione*]”, indicato precedentemente con il codice F81.0 “Disturbo specifico della lettura”. In linea con quanto riferito dalla più recente letteratura vi è anche una tendenza, rispetto al passato, a mettere da parte il termine specifico. Il nuovo manuale contiene inoltre altri paragrafi essenziali per definire i disturbi evolutivi dell'apprendimento, come quello sui requisiti diagnostici, le caratteristiche cliniche aggiuntive, le caratteristiche legate alla cultura, correlate al sesso e/o al genere e la comorbidità con altri disturbi e condizioni, necessari per una corretta diagnosi differenziale.

ICD-10	ICD-11
F81.0 Disturbo specifico della lettura	6A03.0 Disturbo evolutivo dell'apprendimento con compromissione della lettura [ <i>decodifica e comprensione</i> ]
F81.1 Disturbo specifico della scrittura	6A03.1 Disturbo evolutivo dell'apprendimento con compromissione dell'espressione scritta [ <i>ortografia ed espressione scritta</i> ]
F81.2 Disturbo specifico delle abilità aritmetiche	6A03.2 Disturbo evolutivo dell'apprendimento con compromissione delle abilità matematiche [ <i>senso del numero, calcolo e ragionamento matematico</i> ]
F81.3 Disturbo misto delle abilità scolastiche	
F81.8 Altri disturbi evolutivi delle abilità scolastiche	6A03.3 Disturbo evolutivo dell'apprendimento con altre compromissioni specifiche
F81.9 Disturbo evolutivo delle capacità scolastiche, non specificato	6A03.Z Disturbo evolutivo dell'apprendimento, non specificato

Tabella 1 Confronto tra la classificazione dei DSA nell'ICD-10 e la classificazione dei DSA nell'ICD-11( [ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics \(who.int\)](#))

## 1.2.2 DSM-V

L'associazione Americana degli Psichiatri, nel 2013, ha elaborato la quinta edizione del Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, DSM-5.

Il manuale combina in una categoria unica, chiamata *specific learning disorder*, con codice 315.00, i problemi che in precedenza erano stati classificati come i diversi tipi di Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA).

Infatti, viene riportato: "La categoria più ampia del DSM-5 per i disturbi specifici dell'apprendimento garantisce che meno individui affetti rimangano senza diagnosi, mentre gli specificatori aiutano gli operatori sanitari ad individuare in modo efficace i servizi e i trattamenti necessari"(Traduzione a cura dello scrivente). Quindi, il DSM-5 utilizza una categoria più generale e allargata per assicurarsi di non trascurare casi significativi, avvalendosi di specificatori per individuare il problema principale e determinare l'intervento più

appropriato. In questa unica categoria rientrano dunque tutti i sei casi previsti dal ICD-10, anche quelli che dovessero presentarne uno solo.

Vengono riportati, tradotti in italiano, i criteri diagnostici:

A. Difficoltà nell'apprendimento e nell'uso delle abilità accademiche, come indicato dalla presenza di almeno uno dei seguenti sintomi che persistono da almeno sei mesi, nonostante l'attuazione di interventi mirati:

1. Lettura con errori o lenta e difficoltosa (legge parole singole ad alta voce in modo errato o lento e incerto, indovina spesso le parole, ha difficoltà a scomporre le parole).

2. Difficoltà a capire il significato di ciò che viene letto (può leggere il testo con precisione ma non comprendere la sequenza, le relazioni, le inferenze o i significati più profondi di ciò che viene letto).

3. Difficoltà nell'ortografia (può aggiungere, omettere o sostituire vocali o consonanti).

4. Difficoltà nell'espressione scritta (commette molteplici errori grammaticali o di punteggiatura all'interno delle frasi; utilizza una scarsa organizzazione del paragrafo; l'espressione scritta delle idee manca di chiarezza).

5. Difficoltà nel padroneggiare il senso dei numeri, i fatti numerici o i calcoli (ha una scarsa comprensione dei numeri, della loro grandezza e delle relazioni; conta sulle dita per aggiungere numeri a una cifra anziché farlo a mente come fanno i coetanei; si perde nel mezzo dei calcoli aritmetici e può invertire le procedure).

6. Difficoltà nel ragionamento matematico (ha gravi difficoltà nell'applicare concetti, fatti o procedure matematiche per risolvere problemi quantitativi).

- B. Le abilità accademiche interessate sono, in maniera sostanziale e quantificabile, al di sotto di quelle attese per l'età cronologica dell'individuo e provocano un'interferenza significativa con la performance accademica o lavorativa, o con le attività quotidiane, come confermato da misure di valutazione standardizzate somministrate individualmente e da una valutazione clinica completa. Per gli individui di età superiore ai 17 anni, una documentata storia di difficoltà di apprendimento invalidanti può essere sostituita dalla valutazione standardizzata. (Traduzione a cura dello scrivente).
- C. Le difficoltà di apprendimento iniziano durante gli anni scolastici, ma potrebbero non essere chiaramente manifeste fino a quando le richieste per le competenze accademiche interessate superano le capacità limitate dell'individuo (ad esempio, nei test a tempo, nella lettura o nella scrittura di testi complessi e lunghi entro periodi di tempo particolarmente ristretti, in presenza di un carico accademico eccessivamente impegnativo). (Traduzione a cura dello scrivente)
- D. Le difficoltà di apprendimento non sono meglio spiegate da ritardi intellettivi, disturbi visivi o uditivi non corretti, altri disturbi mentali o neurologici, avversità psicosociali, mancanza di competenza nella lingua dell'istruzione accademica o istruzione educativa inadeguata. (Traduzione a cura dello scrivente).

Seguono delle sessioni che comprendono gli specificatori della tipologia di disturbo: specificatori inerenti all'area in cui si riscontrano le difficoltà (lettura, espressione scritta e competenze matematiche) e specificatori inerenti il grado di severità, che può essere lieve, moderata o grave.

Il manuale, nell'ultima versione Text Revision, prosegue infine con i seguenti paragrafi in cui si identificano in maniera più adeguata e dettagliata le caratteristiche dei Disturbi Specifici di Apprendimento: procedure di registrazione, caratteristiche diagnostiche, caratteristiche associate, prevalenza, sviluppo e andamento, fattori di rischio e prognostici, problemi diagnostici legati alla cultura, problemi diagnostici legati al sesso e al genere, associazione con pensieri o comportamenti suicidari, conseguenze funzionali del disturbo specifico dell'apprendimento, diagnosi differenziale, comorbidità.

### **1.3 Epidemiologia**

Secondo il DSM-V-TR la diffusione del disturbo specifico dell'apprendimento della lettura, scrittura e matematica è del 5%–15% tra i bambini in età scolare in Brasile, Irlanda del Nord e negli Stati Uniti. La prevalenza negli adulti è sconosciuta.

L'ICD-11 riporta quanto segue: la prevalenza del Disturbo dello Sviluppo dell'Apprendimento in tutte le aree di compromissione (vale a dire, lettura, espressione scritta e matematica) è stimata ricadere tra il 5% e il 15% dei bambini in età scolare. La prevalenza tra gli adulti è sconosciuta, ma stimata intorno al 4%. La prevalenza del Disturbo dello Sviluppo dell'Apprendimento per specifiche aree accademiche tra i bambini in età scolare è variabile (lettura è stimata tra il 5% e il 17%; matematica: 6% - 7%; espressione scritta: 7% - 15%). (Traduzioni a cura dello scrivente).

Emergono dunque in popolazione oscillazioni molto ampie in relazione ai criteri di definizione adottati, all'età di rilevazione, alla sensibilità al problema e, per quanto riguarda la dislessia, potrebbero influire anche le caratteristiche ortografiche della lingua. Infatti, a seconda della corrispondenza più o meno stretta tra grafema/fonema, si distinguono lingue trasparenti, come l'italiano, nelle quali ad ogni grafema corrisponde un solo suono e lingue opache, come

l'inglese, nelle quali per ogni grafema possono corrispondere suoni diversi (ad esempio, la lettera "a" all'interno della parola "apple" si pronuncia diversamente rispetto a quella presente in "air"). Queste differenze influenzerebbero il processo di acquisizione della lettura e di conseguenza anche il modo in cui si manifesterebbe la dislessia. Infatti, viene spesso citata una maggiore incidenza di dislessia per i bambini anglofoni, per via della scarsa trasparenza della lingua inglese. Tuttavia, se i criteri della diagnosi sono gli stessi e sono di tipo psicometrico, nonostante possa esserci una maggiore lentezza nell'apprendimento della lettura da parte dei bambini anglofoni, l'incidenza non dovrebbe risentirne. A tal proposito, una recente metanalisi mirava a generare una stima affidabile della prevalenza della Dislessia Evolutiva (DE) in tutto il mondo nei bambini delle scuole primarie ed esplorare le potenziali variabili correlate a tale prevalenza. La ricerca ha considerato studi dal 1950 al 2021 e dai risultati è emerso che la prevalenza complessiva della DE è stata del 7,10% (IC al 95%: 6,27–7,97%), la prevalenza nei maschi è risultata significativamente più alta rispetto a quella nelle femmine (ragazzi: 9,22%, IC al 95%, 8,07–10,44%; ragazze: 4,66%, IC al 95%, 3,84–5,54%;  $p < 0,001$ ). Tuttavia, non è stata riscontrata una differenza significativa nella prevalenza tra diversi sistemi di scrittura (scritture alfabetiche: 7,26%, IC al 95%, 5,94–8,71%; scritture logografiche: 6,97%, IC al 95%, 5,86–8,16%;  $p > 0,05$ ) o tra diverse profondità ortografiche (superficiale: 7,13%, IC al 95%, 5,23–9,30%; profonda: 7,55%, IC al 95%, 4,66–11,04%;  $p > 0,05$ ). (Yang et al. 2022)

Le differenze legate al genere sono risapute, infatti, già Johnson nel 1988 osservava che vi è una maggiore prevalenza di problemi di lettura nei maschi e anche Toffalini, Giofrè e Cornoldi nel 2017 riportano un rapporto di 1,5:1 fra maschi e femmine. Le differenze di genere nel caso dei DSA potrebbero essere associate a fattori genetici, biologici e ambientali. Johnson (1988), nella sua rassegna, osservava come linguaggio e consapevolezza fonologica sono generalmente superiori nelle femmine. Questi due fattori, infatti, sono legati ad una buona riuscita

nell'apprendimento della lettura, inoltre ipotizzava che ci fosse una reazione più positiva di fronte ai problemi da parte delle femmine.

Un interessante studio italiano, condotto da Barbiero e colleghi nel 2012, si è svolto in Friuli-Venezia Giulia su 94 classi quarte di scuola primaria. Questa indagine sistematica mirava a identificare bambini a rischio, da sottoporre a indagini più approfondite, e si è conclusa per un 3,1/3,2% di casi con dislessia. Sorprende che più della metà dei bambini identificati, nonostante fossero già iscritti alla classe quarta, non avessero mai ricevuto alcuna diagnosi. Gli autori, dunque, parlano di “iceberg della dislessia”: questo disturbo in molti casi passa inosservato e rimane sommerso.

#### **1.4 Diagnosi e strumenti di valutazione**

Per un clinico porre diagnosi di Disturbo Specifico dell'Apprendimento significa ricercare la presenza dei “criteri di inclusione” e contemporaneamente dei “criteri di esclusione. Secondo Cornoldi e Tressoldi (2014), il clinico dovrebbe disporre di criteri diagnostici basati sulle evidenze, in maniera da distinguere le difficoltà che potrebbero essere connesse ad altri fattori come il contesto familiare, ambientale o culturale. Per capire se la persona che giunge ai servizi presenta davvero un Disturbo Specifico di Apprendimento e non una normale variazione nell'acquisizione delle abilità di apprendimento è necessario porre una diagnosi detta “di primo livello” o “categoriale”. Questa diagnosi viene definita anche nosografica, poiché indica il codice nosografico del DSA, facendo riferimento ai manuali diagnostici, ossia all'ICD o DSM.

Successivamente si rende necessaria anche una diagnosi di “secondo livello” o “funzionale” volta a indagare quali sono le abilità interessate e come si ripercuotono nel funzionamento adattivo. Questo richiede ulteriori approfondimenti per definire un profilo:

vengono definiti gli adattamenti al disturbo, formulate ipotesi circa la natura del problema e viene distinto se si è in presenza di un “Core deficit” o di “deficit multifunzionali”.

Esistono diverse difficoltà che si incontrano nel porre la diagnosi: la prima riguarda la necessità di distinguere i disturbi in questione da normali variazioni nel rendimento scolastico. La seconda riguarda l’età del soggetto e la fase dello sviluppo in cui si trova: ciò è importante sia per valutare la gravità del disturbo, sia per osservare se la condizione è sempre la stessa oppure si evolve. La terza difficoltà è legata al fatto che le abilità scolastiche devono essere insegnate e vanno imparate, ne consegue, dunque, un’importante variabilità dovuta a fattori come l’organizzazione didattica, l’approccio adottato dalle insegnanti, i metodi adottati, la situazione familiare. (Vio, Lo Presti e Tressoldi, 2022).

Le direttive diagnostiche vengono fornite dall’ICD-11 e dal DSM-V. Secondo il primo manuale, per porre diagnosi di tutti i disturbi evolutivi specifici delle abilità scolastiche devono essere soddisfatti alcuni criteri di base:

- Livello di compromissione rilevante dell'abilità scolastica specifica che può essere valutato considerando la gravità del disturbo in relazione al rendimento scolastico, ai fattori di rischio (quali ritardi o deviazioni nello sviluppo nell'infanzia, come ritardo del linguaggio), ai problemi correlati (per esempio, iperattività o difficoltà emotive), ai sintomi clinici manifesti e alla risposta all'intervento (le difficoltà non migliorano facilmente o si risolvono). Per constatare eventuali compromissioni dell'abilità scolastica specifica il clinico si serve di test specifici per dominio, come ad esempio le prove di lettura MT-3 Clinica o le prove BVSCO-3 per la scrittura. Questi strumenti dovrebbero godere di adeguate proprietà psicometriche, soprattutto per quanto riguarda la validità, l’attendibilità del test-retest e le caratteristiche del campione di standardizzazione (Cornoldi e Tressoldi, 2014, p78).



- La compromissione deve essere specifica e non attribuibile a ritardo mentale o a compromissioni minori del livello intellettivo generale. Questa distinzione può essere fatta in base a test di dominio generale come WISC-IV. I test che misurano il QI devono essere standardizzati e somministrati individualmente, inoltre devono essere appropriati per la cultura e per il sistema educativo in questione. In aggiunta, devono essere usati insieme a tavole statistiche che forniscano dati sul livello medio atteso di rendimento per ogni determinato livello di QI per ogni età. Il livello di apprendimento del soggetto deve essere sostanzialmente inferiore a quello atteso per un bambino della stessa età mentale.
- La compromissione deve essere presente durante i primi anni di scolarizzazione e non acquisita tardivamente nel processo educativo.
- Non devono esserci fattori esterni che possano meglio spiegare le difficoltà scolastiche. Il disturbo infatti deve associarsi a fattori intrinseci allo sviluppo del bambino. Qualora fosse chiaro, ad esempio, che lo scarso rendimento sia causato da assenze prolungate da scuola, assenza di adeguato sostegno e supporto familiare o un'istruzione inadeguata, il disturbo non si classifica come Disturbo Specifico di Apprendimento.
- Non devono essere presenti disturbi non corretti della vista o dell'udito o qualsiasi altra patologia neurologica associata.

Il DSM si riferisce ai DSA con l'espressione "Learning Disorders" e individua nelle competenze di base (lettura, scrittura e calcolo) gli ambiti nei quali valutare l'apprendimento. La valutazione va sempre fatta con strumenti standardizzati e la prestazione deve essere discrepante rispetto a quanto atteso per scolarità ed età. Inoltre, il disturbo deve interferire con i risultati a livello scolastici e con le attività quotidiane. In aggiunta, il manuale propone la specificazione della gravità secondo tre livelli: lieve, medio e grave. Il livello lieve descrive i soggetti che in autonomia e con il solo aiuto di eventuali supporti didattici come gli strumenti

compensativi e dispensativi, riescono nello studio o nel lavoro. Il livello medio fa riferimento ai soggetti che con un aiuto esterno, come potrebbe essere del genitore o dell'insegnante, riescono a raggiungere i loro obiettivi didattici o lavorativi. Il livello grave viene attribuito ai soggetti che non raggiungono gli obiettivi scolastici o lavorativi nemmeno con aiuti e supporti didattici (Vio et al., 2022).

È necessario inoltre dare molta importanza agli indici predittivi dei DSA nei bambini in età prescolare, come suggerito dalle LG ISS DSA del 2022. Poiché l'origine dei Disturbi Specifici di Apprendimento è complessa e coinvolge sia fattori di rischio che fattori protettivi, che sono in parte comuni a diversi disturbi, lo studio dei primi segnali di sviluppo atipici o dei fattori di rischio è fondamentale per fornire delle stimolazioni e costruire degli ambienti favorevoli. Questo permette di intervenire tempestivamente per sostenere lo sviluppo dei bambini. Tuttavia, l'individuazione dei predittori dei DSA non deve limitarsi a esiti rigidi, poiché vi sono ampi margini di modificabilità e adattamento. (Linee Guida DSA ISS, 2022).

La raccomandazione 1.1 di questa linea guida suggerisce di valutare, durante l'ultimo anno della scuola dell'infanzia, la presenza di difficoltà in diversi compiti. Ad esempio, gli indici predittivi di una possibile difficoltà nella lettura sono rappresentati dalla consapevolezza fonologica, la denominazione veloce di oggetti, numeri e colori (test di RAN), l'associazione grafemi/fonemi, la consapevolezza notazionale, l'apprendimento di associazioni visivo-verbali, il vocabolario, la consapevolezza morfologica e la memoria a breve termine. Eventuali cadute in questi ambiti possono influire sulle abilità di lettura degli alunni nella scuola primaria. Gli indici predittivi servono solo a individuare i bambini che potrebbero avere maggiori difficoltà di lettura nella scuola primaria per poi programmare eventuali potenziamenti per favorire lo sviluppo di quelle abilità.

### 1.4.1 La diagnosi di Dislessia Evolutiva

Oltre ai manuali diagnostici DSM-V e ICD-11, in Italia, il clinico che deve fare diagnosi di Disturbo Specifico di Apprendimento può e deve fare riferimento anche a diverse raccomandazioni, come la Consensus Conference (CC) e Linee Guida (LG). Le più importanti sono:

- Raccomandazioni per la pratica clinica definite con il metodo della CC del 2007
- Raccomandazioni cliniche sui DSA. Risposte a quesiti. Documento d'intesa elaborato da parte del Panel di Revisione della Consensus Conference (PARCC) del 2011
- Consensus Conference celebrata dall'Istituto Superiore di Sanità del 2011
- Linee Guida sulla gestione dei disturbi specifici di apprendimento del 2022

Le principali raccomandazioni inerenti ai criteri diagnostici che suggeriscono questi documenti, riportate anche da Vio, Tressoldi e Lo Presti (2022), sono:

- a) L'età minima per fare diagnosi di disturbo specifico della lettura coincide con il completamento della classe seconda primaria.
- b) Le prove di lettura che vengono somministrate individualmente devono essere adeguatamente standardizzate e comprendere diversi livelli di lettura: lettura di brano, di parole e di non-parole.
  - a. Devono essere presenti delle cadute statisticamente significative in almeno due prove tra lettura di brano, lettura di parole e lettura di non parole.
  - b. È necessario valutare congiuntamente la performance sia del parametro velocità che del parametro accuratezza nelle prove di lettura.
  - c. La distanza tra la prestazione del soggetto rispetto ai valori attesi per la classe frequentata deve essere significativa: di almeno il quinto percentile in uno dei parametri tra velocità e accuratezza.
  - d. Il disturbo di lettura deve interferire in maniera significativa con i risultati scolastici o comunque con le attività quotidiane nelle quali viene richiesta questa abilità di lettura.

e. Deve essere indicato il profilo funzionale.

Questi criteri, nonostante siano stati elaborati a partire da quanto riferito dalla letteratura scientifica, nonché dai manuali adottati a livello internazionale, si riferiscono alla popolazione italiana e costituiscono dei riferimenti essenziali nel panorama italiano. A titolo di esempio, nel punto d) viene specificato come i parametri di velocità ed accuratezza della decodifica, debbano essere considerati in maniera congiunta. Landerl e Wimmer (2008) sostengono infatti che nelle lingue a ortografia trasparente, come l'italiano, nelle quali ad ogni grafema corrisponde un solo fonema, un bambino che abbia delle importanti difficoltà e che legge ancora attraverso la via sub-lessicale, ossia lettera per lettera, possa avere dei buoni punteggi per quanto riguarda l'accuratezza ma leggere in maniera estremamente lenta. La situazione potrebbe leggermente cambiare nel caso di lingue opache, come ad esempio la lingua inglese.

Indaghiamo come avviene l'intero processo di diagnosi della dislessia evolutiva: inizialmente, il professionista che riceve una richiesta di consulenza deve considerare l'età del paziente che si rivolge a lui. Infatti, a seconda della classe che frequenta il bambino, vi possono essere manifestazioni diverse, così come diversi aspetti da indagare: effettuare una diagnosi di dislessia evolutiva in un bambino che frequenta la terza elementare sarà differente rispetto a un ragazzo che inizia la scuola secondaria di primo grado.

In secondo luogo, il professionista deve valutare attentamente i seguenti elementi:

- Da quanto tempo persiste il problema? Si tratta di una difficoltà temporanea o è presente sin dall'inizio del percorso scolastico?
- Chi si è accorto del problema? I genitori, gli insegnanti o tramite screening?
- Il bambino ha già svolto attività di potenziamento in passato?

Dopo l'indagine di questi aspetti, il professionista procederà con un colloquio anamnestico al fine di verificare l'assenza di altre problematiche (i fattori di esclusione), come ad esempio un

disturbo uditivo o visivo, e per valutare la presenza di fattori prognostici. In particolare, verranno indagati i seguenti aspetti:

- Lo sviluppo del linguaggio: è un indicatore essenziale, poiché si sa che nella dislessia sono frequenti ritardi o veri e propri disturbi del linguaggio manifestati durante i primi anni di sviluppo.
- Tipologie di errori presenti nei quaderni scolastici: nella dislessia è comune trovare numerosi errori ortografici poiché un bambino è in grado di scrivere correttamente se e solo se è in grado di leggere le parole correttamente a livello ortografico.
- Velocità di esecuzione dei compiti: spesso questa avviene in maniera lenta, faticosa e con scarsa motivazione.
- Sfera emotivo-relazionale: le difficoltà scolastiche hanno ripercussioni sull'aspetto emotivo e motivazionale del bambino.
- Familiarità con disturbi specifici dell'apprendimento, considerando che ormai è stata confermata una causa genetica nella dislessia.

Successivamente, con tutti questi dati a disposizione, si formulano ipotesi diagnostiche e si procede con una valutazione strumentale mediante la somministrazione di test standardizzati per la lettura di brani, parole e non parole. Se almeno due di questi test evidenziano risultati al di sotto del 5° percentile, può essere effettuata una diagnosi di primo livello, confermando l'ipotesi di dislessia e verificando la presenza dei criteri di inclusione ed esclusione. Così, si conclude il percorso diagnostico con un quadro riferibile a un profilo di dislessia evolutiva.

A questo punto, è importante indagare la presenza di eventuali comorbidità con altri disturbi dell'apprendimento o dello sviluppo, come ad esempio il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (ADHD). Successivamente, viene effettuata una diagnosi di secondo

livello per la quantificazione funzionale del disturbo, ossia comprendere la natura della problematica e le sue ripercussioni sul piano cognitivo e funzionale. (Vio et al., 2022).

## **CAPITOLO 2**

### **Le principali ipotesi eziologiche sulla Dislessia Evolutiva**

#### **2.1 L'approccio neurocostruttivista**

Negli ultimi vent'anni, la ricerca sullo sviluppo della mente umana ha cercato di unire diverse discipline come le neuroscienze cognitive, la neuropsicologia, la filosofia della mente, la psicologia dello sviluppo, la genetica e le scienze dell'apprendimento. Questo recente approccio multidisciplinare e dinamico, detto neurocostruttivista, ha permesso di vedere lo sviluppo della mente come il risultato della relazione tra vari campi di conoscenza che in passato erano considerati separati, fornendo un importante contributo nella ricerca sui Disturbi Specifici di Apprendimento.

Il neurocostruttivismo costituisce oggi la prospettiva teorica che, facendo riferimento alle quattro dimensioni che plasmano lo sviluppo della mente umana, mira ad indagare le relazioni tra sviluppo della mente e sviluppo del cervello.

Le dimensioni che caratterizzano lo sviluppo della mente sono quattro: la prima è il fatto che lo sviluppo è sociale; la seconda dimensione sostiene che lo sviluppo sia computazionale: questo evidenzia che sin dalla prima infanzia i bambini possiedono meccanismi di

apprendimento implicito che permettono di fare inferenza sui modelli strutturati del loro ambiente, a partire dalle regolarità statistiche di cui fanno esperienza. La terza dimensione mette in rilievo come lo sviluppo della mente sia supportato da sistemi neurocognitivi che mettono in connessione percezione ed azione. Infine, la quarta dimensione pone l'attenzione sulla relazione tra cambiamento cognitivo e cambiamento cerebrale. Il cervello, infatti, in maniera continua, modella la propria struttura e il proprio funzionamento a seconda dell'interazione con l'ambiente percettivo e le esperienze a cui è esposto, che a loro volta si modificano nel corso dello sviluppo. (Valenza e Turati, 2019).

Negli ultimi anni, è stata messa in discussione l'idea che il corpo svolga la sola funzione di raccogliere informazioni per la mente, al contrario, il corpo ora viene considerato un sistema dinamico, che elabora le informazioni che riceve. L'espressione "embodied cognition" evidenzia come la struttura e il funzionamento del corpo influenzino le esperienze e plasmino la mente nel corso dello sviluppo. In quest'ottica, il corpo riveste un ruolo fondamentale nella cognizione e nello sviluppo cognitivo. La mente, il corpo e l'ambiente costituiscono sistemi dinamici in continua interazione. Ogni cambiamento in uno di questi sistemi, ad esempio nel corpo, può portare a modifiche anche nella mente e nelle esperienze del bambino nell'ambiente circostante, fino a raggiungere uno stato di stabilità (Sirois 2016; Thelen 2000).

Il neurocostruttivismo si ispira a Piaget per studiare il cambiamento cognitivo nell'essere umano: si interessa al modo in cui i bambini costruiscono la loro conoscenza del mondo e come avvengono i cambiamenti cognitivi. Si concentra sulla relazione tra mente e cervello e come questi sistemi diventano sempre più complessi. Piaget sosteneva che l'individuo costruisce attivamente le proprie strutture cognitive attraverso l'interazione con l'ambiente. Il neurocostruttivismo condivide questa visione e ritiene che il sistema di conoscenze si sviluppi attivamente, in modo costruttivo e interattivo con l'ambiente. (Ansari e Karmiloff-Smith 2002, Karmiloff-Smith 1998, Scerif e Karmiloff-Smith 2003). I neurocostruttivisti valorizzano il



ruolo proattivo dello sviluppo e sottolineano la natura attiva del cambiamento cognitivo che si modifica grazie al suo stesso funzionamento. (Johnson 2001).

Il costruttivismo piagetiano e il neurocostruttivismo sostengono entrambi che il processo di sviluppo sia un processo epigenetico, in cui l'organismo si differenzia e si specializza sempre di più, dando origine a sistemi sempre più complessi grazie all'interazione con l'ambiente. Conrad 1975 ha rappresentato questa idea tramite il concetto di "paesaggio epigenetico", che è simile al percorso di una pallina che si muove avanti lungo diverse traiettorie. Man mano che lo sviluppo avanza, il paesaggio diventa sempre più ripido, creando percorsi evolutivi possibili a seconda delle condizioni ambientali. Diventa sempre più difficile tornare indietro o prendere un'altra direzione. Un bambino può modificare la sua traiettoria di sviluppo, ma più tardi lo fa, più dovrà superare ostacoli per prendere una direzione diversa. Nel corso dello sviluppo, si osserva un restringimento dei percorsi e delle possibilità evolutive dell'individuo a partire da uno stato iniziale di equipotenzialità. (Valenza e Turati, 2019).

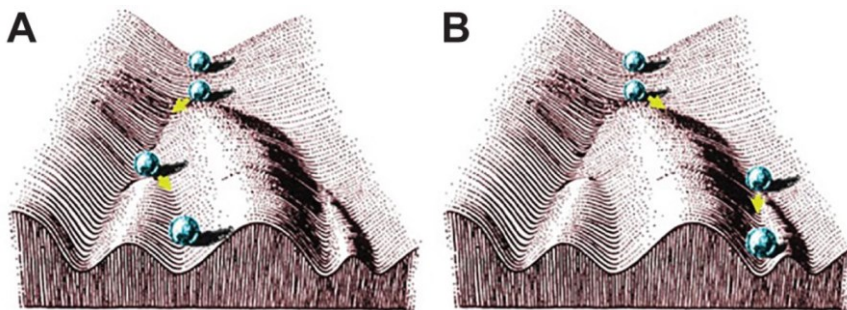


Figura 1 Diagramma del paesaggio di sviluppo di Waddington. Il paesaggio stesso e la palla in alto provengono dal suo diagramma originale. Le successive posizioni della palla sono state aggiunte per illustrare la sua visione, secondo cui lo sviluppo può essere incanalato per seguire percorsi diversi (A e B). (Tratto da Denis Noble, 2015, schema modificato da K. Mitchell).

Per quanto riguarda i Disturbi Specifici dell'Apprendimento, l'approccio neurocostruttivista invece che considerarli il risultato di un modulo cognitivo specifico danneggiato, ad esempio il modulo "fonologico" o "ortografico" per la dislessia evolutiva e il modulo "numerico" per la discalculia (in linea con la logica della neuropsicologia cognitiva modulata dall'adulto), li interpreta come il risultato indiretto di disfunzioni nei processi di elaborazione precoci. Il

neurocostruttivismo riconosce l'influenza di fattori genetici, innati, ma a differenza dell'innatismo, ritiene che questi abbiano un effetto iniziale più ampio che si manifesta nelle funzioni cognitive dominio-generalì, le quali si specializzano successivamente in funzioni dominio-specifiche attraverso il processo di sviluppo e le interazioni con l'ambiente. Infatti, nel processo evolutivo sarebbe stata selezionata una forte capacità dominio-generale di apprendere, piuttosto che delle conoscenze dominio-specifiche, relative ad un solo ambito (per esempio la competenza fonologica, ortografica o numerica) che sarebbero invece rigide e poco adattive (Elman et al. 1996). Secondo questa prospettiva, i moduli sono il risultato finale di un'interazione complessa tra fattori innati e ambiente, rappresentando una specializzazione interattiva di circuiti neurocognitivi. L'approccio neurocostruttivista applicato alla neuropsicologia evolutiva conclude che i DSA non sono così specifici. Questa conclusione è supportata anche dalla pratica clinica, in quanto ad esempio, un bambino con dislessia evolutiva probabilmente presenta anche comorbidità con la disortografia e la discalculia, manifestando spesso anche disturbi della coordinazione o deficit dell'attenzione. L'eziologia dei DSA, come teorizzato in questa prospettiva, trova conferma nel manuale diagnostico dei disturbi mentali DSM V, il quale unifica i diversi disturbi delle capacità scolastiche sotto la categoria diagnostica unica dei DSA, considerando la comorbidità o la co-occorrenza frequente tra di essi. (Cornoldi, 2023)

## **2.2 Le ipotesi unicasali**

Durante lo sviluppo, le funzioni neuropsicologiche complesse, di cui la lettura costituisce un esempio, non possono essere ridotte a una serie di moduli che vanno a comporre un circuito. In linea con ciò, gli emergenti modelli causali riconoscono alle disfunzioni neuropsicologiche, che sottostanno ai disturbi di apprendimento, la natura probabilistica e multifattoriale (Carroll, Solity e Shapiro, 2016; Franceschini et al. 2012; Meneghini et al. 2010; Pennington 2006;).

Tuttavia, per quanto alle ipotesi unicasali siano ormai riconosciute imponenti limitazioni, esse forniscono delle semplificazioni e delle descrizioni di massima di alcuni correlati biologici fondamentali dei Disturbi Specifici di Apprendimento.

Per quanto riguarda la Dislessia Evolutiva, le evidenze sul ruolo di alcuni meccanismi fondamentali sono merito dell'applicazione di un modello unicasale. Infatti, nonostante questo modello generi ipotesi che apparentemente possono sembrare non compatibili tra di loro, nel corso degli anni queste ipotesi, divenute fondamentali, sono state sostituite o integrate con altre ipotesi più complesse. Le due principali ipotesi sono state quella del deficit fonologico, che vede come causa della DE uno specifico disturbo nell'elaborazione, nella manipolazione e nell'accesso ai suoni linguistici; e quella sul deficit dei meccanismi sensoriali, che vanno ad alterare i processi precoci di elaborazione dell'informazione visiva e uditiva.

<i>Ipotesi del deficit magnocellulare: problemi nella via sensoriale visiva</i>
<i>Ipotesi magnocellulare anche per il sistema uditivo: presenza di simili problemi anche per l'elaborazione dell'informazione uditiva</i>
<i>Ipotesi del deficit generale dell'elaborazione multisensoriale: problema più generale relativo a differenti tipi di informazione</i>
<i>Ipotesi del deficit di attenzione conseguente a un deficit magnocellulare: difficoltà a gestire l'attenzione richiesta dal materiale di lettura</i>
<i>Ipotesi interemisferica: problema legato al collegamento fra i due emisferi</i>
<i>Ipotesi fonologica: problema legato all'elaborazione dei suoni della lingua</i>
<i>Ipotesi cerebellare: problema nell'uso di funzioni motorie e di equilibrio legate all'attività del cervelletto</i>
<i>Ipotesi di un «binding» deficit: problema nell'integrazione di informazioni visive e fonologiche</i>

Tabella 2. *Ipotesi unicasali dell'eziologia della dislessia fondate su uno specifico meccanismo biologico, tratta da Cornoldi, 2023.*

### **2.2.1 Ipotesi del deficit fonologico**

L'ipotesi del deficit fonologico è comunemente riconosciuta e accettata nella ricerca sulla dislessia evolutiva. Questa teoria sostiene che la problematica nell'apprendimento della lettura sia principalmente dovuta a un unico deficit nell'elaborazione, memorizzazione e consapevolezza dei suoni del linguaggio. Secondo Rack (2017) e Ramus (2003), i bambini con dislessia possono avere difficoltà nella rappresentazione, memorizzazione e recupero dei fonemi. Ad esempio, dimostrano fragilità nei compiti di consapevolezza fonologica, cioè nel comprendere che le parole sono composte da sillabe e fonemi che possono essere separati. La consapevolezza fonologica svolge un ruolo cruciale nell'abilità di lettura e scrittura, poiché è necessaria per sviluppare un sistema di associazione tra i suoni e le lettere delle parole. Queste abilità emergono precocemente nei bambini con sviluppo tipico, anche prima di imparare a leggere, e possibili difficoltà possono essere considerate come indicatori predittivi della dislessia evolutiva in età prescolare (Goswami e Bryant, 1990). Diverse ricerche hanno dimostrato una relazione tra il deficit nella consapevolezza fonologica e abilità di lettura nella dislessia (Bruck, 1992; Swan e Goswami, 1997, Snowling, 1981) e ciò si riscontra anche nei dislessici adulti (Hatcher, Snowling e Griffiths, 2002).

A livello neurobiologico, secondo Ramus (2004), vi sarebbe un singolo deficit circoscritto, ossia il modulo o circuito preposto all'elaborazione fonologica, che spiegherebbe le difficoltà nella lettura. Questo modulo si localizza nelle aree del giro angolare dell'emisfero sinistro e la sua disfunzione sarebbe causata da un difetto nella migrazione neuronale, regolata da un gruppo di geni, in questa area anatomica.

Secondo l'ipotesi fonologica, le aree corticali alterate in modo specifico nella dislessia evolutiva si trovano intorno alla scissura di Silvio, precisamente nel giro angolare e nel planum temporale nell'emisfero sinistro. Queste aree fanno parte del complesso circuito linguistico coinvolto nella percezione, elaborazione e memoria dei fonemi (Ramus, 2003).

Pugh et al. (2001), basandosi su prove biologiche provenienti dagli studi di neuroimmagini, hanno proposto che l'identificazione visiva delle parole sia controllata da due diversi circuiti posteriori nell'emisfero sinistro: il sistema temporo-parietale, coinvolto nell'elaborazione sequenziale delle lettere che compongono la parola (via sublessicale), e il sistema occipito-temporale, responsabile del riconoscimento rapido globale della parola (via lessicale) che si sviluppa più tardivamente e caratterizza la lettura adulta. Entrambi questi circuiti risultano danneggiati a livello funzionale e strutturale nella dislessia evolutiva. Diversi studi sulle basi neurobiologiche della dislessia evolutiva hanno infatti notato che l'area della forma visiva delle parole nel giro fusiforme sinistro non viene attivata nei soggetti affetti da dislessia durante un compito di lettura (McCandliss, Cohen e Dehaene, 2003).

Tuttavia, le differenze neurobiologiche che si riscontrano potrebbero essere il semplice effetto della dislessia stessa e non costituire la causa (Dehaene et al., 2015). Inoltre, l'ipotesi fonologica non è in grado di rendere conto da sola delle difficoltà riscontrate nei bambini con DE; infatti, vi sono casi di bambini con dislessia che non sembrano presentare un deficit fonologico (Valdois et al. 2003).

### **2.2.2 Ipotesi del deficit visivo**

L'idea dell'ipotesi di un deficit visivo è stata da tempo oggetto di studio nella ricerca sulla dislessia. Durante tutto il Novecento, questo disturbo è stato considerato come una carenza nell'elaborazione visiva delle parole (Livingstone et al., 1991; Stein e Fowler, 1981).

Una teoria che si è sviluppata a partire da questa osservazione è la teoria magnocellulare (M). Si è notato che molti bambini con dislessia mostrano un disturbo specifico nella via visiva M (Stein e Walsh, 1997). La via visiva M ha origine nella retina dalle grandi cellule gangliari e i loro assoni si concentrano negli strati uno e due del corpo genicolato laterale. Successivamente,

questa via prosegue fino alla corteccia visiva primaria (V1), poi alla corteccia visiva secondaria (V2), poi in V3 e raggiunge infine l'area MT (medio-temporale), nota anche come V5. Quest'ultima area è responsabile della percezione del movimento degli stimoli visivi e proietta le informazioni all'area medio-temporale superiore e ad altre aree della corteccia parietale. Nel complesso, il sistema M costituisce la via dorsale (conosciuta anche come via del "Dove") ed è specializzato nell'analisi del movimento visivo e delle relazioni visuospatiali tra gli oggetti.

I bambini affetti da dislessia evolutiva mostrano un disturbo del sistema M, che è stato misurato tramite un test che induce un'illusione di duplicazione delle basse frequenze spaziali (Gori et al., 2014). Inoltre, si è osservato che anche i bambini in età prescolare, che non sono ancora alfabetizzati ma svilupperanno in seguito difficoltà di lettura, presentano un'alterazione del sistema M. Questa evidenza è emersa da quattro esperimenti indipendenti che hanno valutato l'efficienza del sistema M misurando la sua capacità di percepire il movimento (Gori et al., 2016).

Nel caso degli adulti affetti da dislessia evolutiva, è stato dimostrato che il sistema M presenta uno specifico deficit. Questa conclusione è stata ottenuta attraverso la valutazione della percezione del movimento utilizzando un'illusione di duplicazione delle basse frequenze spaziali. Al confronto con adulti lettori tipici e adulti semianalfabeti o analfabeti, gli adulti con dislessia evidenziano questo deficit del sistema M. Questo dato indica che tale deficit è una caratteristica stabile che persiste nel corso della vita, almeno in alcuni individui affetti da dislessia (Flint & Pammer, 2018; Franceschini & Berton, 2019).

Negli ultimi anni la teoria del deficit visivo si è articolata in varie ipotesi, fra cui quella di un deficit di attenzione visuo-spaziale (Facoetti et al. 2006; Hari e Renvall 2001; Stein 2019; Stein e Walsh 1997; Vidyasagar e Pammer 2010) e quella di un deficit dello span di attenzioni visiva

(Bosse, Tainturier e Valdois 2007; Lobier, Zoubrinetzky e Valdois 2012; Valdois et al. 2003, Valdois, Bosse e Tainturier 2004; van der Boer, van Bergen e de Jong 2015).

Secondo l'ipotesi del deficit di attenzione visuo-spaziale, la via visiva magnocellulare, che è responsabile del rilevamento dei movimenti e dei cambiamenti rapidi nella periferia del campo visivo (Stein e Walsh, 1997), svolge anche un ruolo nell'attenzione focalizzata sugli stimoli visuospatiali. Un suo cattivo funzionamento può compromettere l'elaborazione corretta degli stimoli visivi, causando l'effetto affollamento delle lettere che molti dislessici sperimentano. Questo effetto è dovuto alla limitata risoluzione spaziale che impedisce la discriminazione di stimoli visivi molto vicini tra loro, come ad esempio le lettere all'interno di una parola (Martelli et al., 2009). A conferma di ciò, molte persone dislessiche traggono dei benefici se devono leggere testi scritti in un formato più grande rispetto a quello standard, e questo espediente viene applicato, specialmente nel contesto scolastico, al fine di aiutare i bambini con difficoltà di lettura.

L'ipotesi del deficit di attenzione visuo-spaziale dovuto alla via magnocellulare soffre però di alcuni limiti:

- non sembra offrire una valida spiegazione della difficoltà nella lettura di parole isolate e altamente frequenti e familiari, per le quali è richiesta una lettura diretta (globale) e non è richiesto di indirizzare correttamente l'attenzione spaziale per isolare una dopo l'altra le lettere che compongono parola (come invece si fa nella via indiretta).
- non spiega le difficoltà tipicamente associate alla dislessia che riguardano ad esempio l'ortografia
- il deficit di attenzione visuo-spaziale non è indipendente dal deficit fonologico perché si presenta solitamente in combinazione con esso.

L'ipotesi relativa al possibile deficit dello span di attenzione visiva riguarda il limite del numero di elementi visivi che possono essere elaborati contemporaneamente in un insieme (Bosse, Tainturier e Valdois, 2007). Questo modello si basa sul classico approccio a due vie utilizzato nella lettura: la prima via, chiamata anche via fonologica o indiretta, consiste nella traduzione dei grafemi in fonemi (cioè dei suoni corrispondenti alle lettere) e viene adottata nella fase iniziale dell'apprendimento della decodifica e per leggere non parole o parole nuove. La seconda via, chiamata via diretta o globale, implica il riconoscimento istantaneo dell'intera parola scritta ed è caratteristica della lettura nei soggetti adulti e della lettura di parole altamente familiari e riconoscibili. Le due procedure si differenziano nella dimensione della finestra di attenzione visuoattenta e nel tipo di processamento fonologico richiesto per la lettura. Nella procedura globale, l'ampiezza dell'area di attenzione visuoattenta richiesta è maggiore in quanto copre l'intera parola. Al contrario, nella procedura indiretta l'area di attenzione visuoattenta è più piccola e si concentra sulle singole parti che compongono le parole, come ad esempio le sillabe. È stato suggerito che una diminuzione dello span visuoattentivo potrebbe influire sulla procedura globale e, di conseguenza, sulla lettura delle parole familiari (Bosse, Tainturier e Valdois, 2007).

Una teoria alternativa riguardante il deficit visivo associato alla dislessia evolutiva sostiene che le difficoltà nella lettura siano in realtà una manifestazione di una carenza più ampia nelle abilità visive di livello superiore (Sigurdardottir, Olafsdottir e Devillez, 2021). I individui affetti da dislessia mostrerebbero generalmente difficoltà nel processare informazioni visive, come ad esempio nell'analisi di oggetti familiari o di volti (Sigurdardottir et al., 2015). Si ipotizza che ci sia un coinvolgimento della via visiva ventrale e, in particolare, del giro fusiforme situato nella corteccia temporo-parietale, che è coinvolta nel riconoscimento visivo di oggetti, volti e parole (Provazza, Adams et al., 2019; Sigurdardottir et al., 2018). Tuttavia, bisogna sottolineare che



questa teoria non possiede un'elevata quantità di prove e richiede ulteriori ricerche per essere confermata.

### **2.3 Profili cognitivi e neuropsicologici**

Come ormai assodato dalla letteratura e in linea con l'approccio neurocostruttivista, alla base dei disturbi specifici di apprendimento, così come degli altri disturbi del neurosviluppo, vi è un intreccio di fattori innati, personali e ambientali, che ne plasmano l'espressività clinica. I modelli multifattoriali di Pennington, ampiamente accettati dalla comunità scientifica internazionale, hanno postulato la presenza, dunque, di più deficit che cooperano alla genesi dei disturbi del neurosviluppo, in particolare dei DSA. Tra i fattori personali rientrano numerose funzioni cognitive, alcune delle quali direttamente coinvolte nei processi di lettura, comprensione del testo, scrittura, calcolo e del sistema dei numeri.

Anche il DSM-V, oltre a specificare i criteri di inclusione ed esclusione per la diagnosi dei disturbi specifici di apprendimento, ribadisce la frequenza rilevata, in questi disturbi, di profili di sviluppo disarmonici, sostenendo che sia piuttosto comune la compresenza di disturbi nelle diverse funzioni cognitive.

Cho e Ji nel 2011 e, successivamente, nel 2016, il gruppo di lavoro di Saksida e colleghi, hanno indagato la presenza contemporanea di più deficit in singoli soggetti con DSA. Secondo questi studi le compromissioni delle funzioni cognitive sarebbero comuni, anche se non patognomiche, del disturbo specifico di apprendimento.

I problemi neuropsicologici generalmente associati ai disturbi dell'apprendimento includono linguaggio, coordinamento visuomotorio, organizzazione spazio-temporale, pensiero, memoria e attenzione. Secondo molti autori, i disturbi specifici dell'apprendimento presentano una maggiore presenza di squilibri delle componenti neuropsicologiche rispetto alla disabilità

intellettiva e allo sviluppo tipico. Questa teoria, chiamata “strengths and weaknesses”, suggerisce che i bambini con disturbi del neurosviluppo si distinguono per punti di forza e di debolezza evidenti.

In uno studio condotto da Giofrè et al. nel 2017, è stato dimostrato che è possibile riconoscere, con buona probabilità, la presenza di un disturbo specifico dell'apprendimento, anche senza una valutazione formale degli apprendimenti, ma con la sola individuazione di un profilo cognitivo disarmonico. Lo studio è stato condotto su bambini con diagnosi di DSA utilizzando la batteria di intelligenza WISC-IV. È emerso che i bambini con DSA mostrano un profilo diseguale, con abilità intellettive generali più elevate e abilità processuali come la memoria di lavoro e la velocità di elaborazione meno sviluppate.

Le più recenti linee guida, pubblicate dall'Istituto Superiore di Sanità nel 2022, si propongono di rispondere a diversi quesiti riguardanti i Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA). Uno di questi quesiti (il 6.1) è il seguente: quali sono le funzioni/abilità compromesse nei bambini in età scolare con diagnosi di DSA? L'obiettivo è identificare le abilità che influenzano il funzionamento generale del processo di apprendimento delle competenze scolastiche di base. Inoltre, si vogliono individuare le aree di possibile fragilità o punti di forza che possono ostacolare o agevolare l'adozione di meccanismi di compensazione impliciti. Il quesito cerca dunque di fornire indicazioni sulle funzioni che differenziano i soggetti con DSA da quelli senza e, se possibile, di identificare con quale frequenza queste funzioni sono compromesse.

L'analisi della letteratura internazionale considerata dal panel scientifico che ha redatto le linee guida, che include articoli, revisioni sistematiche e studi osservazionali, ha rivelato in modo inequivocabile la presenza di significative difficoltà cognitive nei soggetti con DSA in molteplici funzioni. Le funzioni esplorate riguardano sia tratti trasversali come l'attenzione, la memoria e la pianificazione, sia aspetti più specifici come l'elaborazione fonologica, le

competenze linguistiche, visuo-spaziali e motorie. Anche se i risultati mostrano un'omogeneità nel senso che le funzioni esplorate sono generalmente difficoltose per i soggetti con DSA, ci sono variazioni nell'entità e nella distribuzione delle differenze riscontrate, che sono più evidenti in alcuni studi e più sottili in altri. Inoltre, all'interno delle singole funzioni esplorate emergono differenze attribuibili agli strumenti utilizzati nella valutazione, che mettono in luce in modi diversi le sotto-componenti di ciascuna funzione.

Alcuni studi indicano inoltre che, nei singoli soggetti, possono essere presenti difficoltà diverse, non necessariamente riconducibili alla stessa area di funzionamento. Nonostante le differenze descritte, l'unidirezionalità e l'omogeneità dei risultati ribadiscono l'importanza di includere l'analisi delle funzioni cognitive nella valutazione diagnostica dei DSA.

La commissione sottolinea, tuttavia, che negli anni ci sono state differenze nell'attenzione dedicata da parte dei ricercatori ad alcune funzioni (ad esempio, le Funzioni Esecutive), per le quali sono stati condotti numerosi studi. Al contrario, per altre funzioni le pubblicazioni sono state più rare o risalgono a epoche precedenti, e quindi non sono state prese in considerazione nell'analisi della letteratura delle linee guida. Questa variabilità numerica può influenzare la robustezza dei risultati e far sembrare alcune funzioni più meritevoli di attenzione rispetto ad altre.

Nel processo di assessment, oltre all'utilizzo di test standardizzati per la valutazione degli apprendimenti, è dunque fondamentale valutare le abilità cognitive. Tra i test più comunemente utilizzati a questo scopo, spicca la scala WISC, la quale, non solo permette di escludere un deficit intellettivo generale (fattore di esclusione per la diagnosi di disturbo specifico di apprendimento), ma può anche rivelare eventuali deficit cognitivi sottostanti al disturbo specifico. Tuttavia, è importante fare riferimento non solo al punteggio del QI totale ottenuto con la WISC, ma anche agli indici specifici, come ad esempio l'indice di ragionamento

percettivo (IRP), per evitare una sottostima delle abilità cognitive del bambino. I risultati di uno studio condotto da Toffalini, Pezzuti e Cornoldi nel 2017, che ha coinvolto 1413 bambini con disturbi specifici di apprendimento, mostrano una serie di profili comuni tra i diversi disturbi specifici di apprendimento, ma anche delle peculiarità per ogni tipo di DSA. In generale, i quattro gruppi di DSA presentano punteggi medi intorno o superiori a 100 negli indici di abilità generale, come l'intelligenza verbale (ICV) e l'intelligenza non-verbale (IRP), ma evidenziano delle debolezze nella memoria di lavoro (IML) e nella velocità di elaborazione (IVE). Tuttavia, ogni gruppo di DSA presenta anche delle caratteristiche specifiche. Ad esempio, nella discalculia si osservano indici leggermente più bassi nell'intelligenza non-verbale, mentre il disturbo misto combina varie difficoltà con punteggi leggermente inferiori. Questo dimostra come la valutazione dell'intelligenza possa fornire informazioni su diverse componenti cognitive dei bambini con disturbi del neurosviluppo. Ad ogni modo, in alcuni casi è necessario procedere con valutazioni più mirate o con l'utilizzo di test dedicati a funzioni cognitive specifiche.

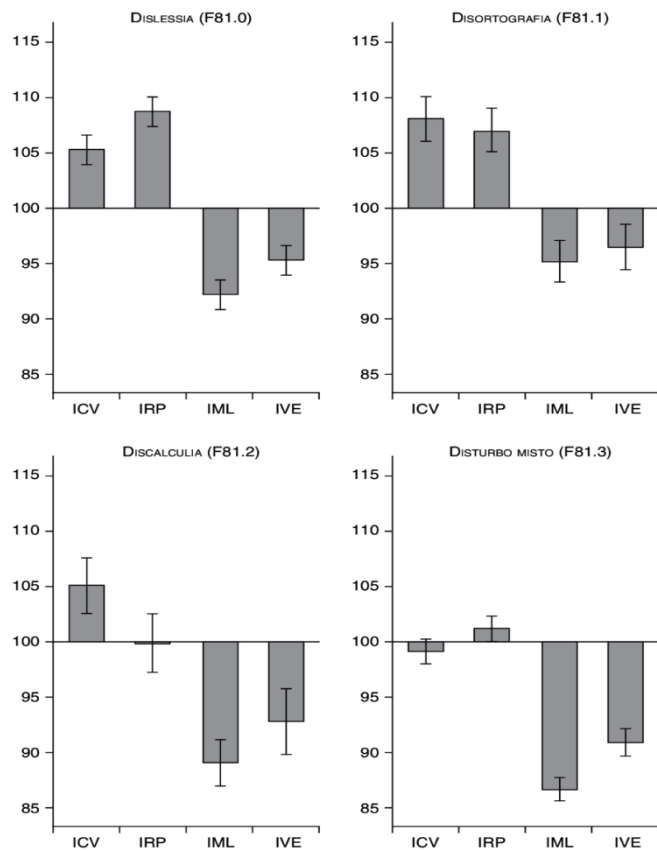


Figura 2: Punteggi tipici agli indici della WISC-IV di gruppi di bambini con DSA con diversi disturbi. Figura tratta da Cornoldi, 2023, rielaborazione a partire dai dati analizzati da Toffalini, Pezzuti e Cornoldi (2017). Le barre descrivono gli intervalli di confidenza al 95%. ICV=Indice di comprensione verbale; IRP=Indice di ragionamento percettivo; IML=Indice di memoria di lavoro; IVE=Indice di velocità di elaborazione.

## CAPITOLO 3

### Indagine sull'attenzione visuo-spaziale nella Dislessia Evolutiva

#### 3.1 Criteri di inclusione per la rassegna

Per questa rassegna critica sugli studi sull'attenzione visuo-spaziale nella dislessia, sono state ricercate le principali reviews e gli studi più rilevanti e citati, prova di un consenso all'interno della comunità scientifica. Sono stati inclusi sia articoli datati che recenti, privilegiando quelli sufficienti per valutare in modo esaustivo i temi trattati, senza estendere l'indagine ad altri argomenti o metodologie estranee alla psicologia cognitiva, le quali avrebbero richiesto ulteriori approfondimenti per una valutazione completa. Le seguenti query sono state utilizzate per la ricerca:

Su PUBMED search, senza aggiungere filtri, sono state impostate le seguenti keywords: dyslexia-visuospatial-attention.

Su Google Scholar sono stati selezionati i seguenti parametri: "In qualsiasi momento", "Ordina per pertinenza", "Qualsiasi lingua", "Articoli scientifici". Le parole chiave utilizzate sono state:

- Developmental—dyslexia—visuospatial—attention
- Developmental—dyslexia—visuospatial—deficit
- Dyslexia—visual attention—processing

Gli studi primari e le reviews sono stati selezionati in base ai seguenti criteri:

- a) Indagine solo sulla dislessia evolutiva (e non sugli altri disturbi specifici di apprendimento).
- b) Approvazione all'interno della comunità scientifica, indicata da un numero di citazioni generalmente superiore a 100, con eccezioni per alcuni articoli più recenti.
- c) Disegno di studio: rassegne e studi sperimentali con gruppo di controllo, condotti secondo i paradigmi della psicologia cognitiva.

Gli articoli non sono stati inclusi se:

- a) Non erano chiaramente correlati al processamento visivo e all'attenzione visuo-spaziale.
- b) Coinvolgevano la lettura in alfabeti non latini, come in lingue logografiche (cinese) o abjad (arabo o ebraico).
- c) Coinvolgevano partecipanti con dislessia acquisita da lesioni cerebrali.
- d) Coinvolgevano partecipanti con altre condizioni quali disabilità intellettive, sindromi genetiche, deficit sensoriali, neurologici o cognitivi, o svantaggi socioculturali.
- e) Non erano disponibili in lingua inglese.
- f) Erano pubblicati su riviste scientifiche minori e non peer reviewed

La decisione di escludere lingue con alfabeti non latini è stata motivata dalla potenziale variazione nei requisiti di attenzione visiva, specialmente nei casi di lingue come il cinese. Nonostante gli alfabeti cirillico e greco sarebbero stati confrontabili con quelli latini, non sono stati identificati nella ricerca.

I criteri di inclusione ed esclusione sono stati definiti al fine di ridurre la variabilità e selezionare studi quanto più omogenei e "puri" possibile. Dalla ricerca bibliografica sono stati individuati circa un centinaio di record. In totale, 14 studi primari e 4 reviews soddisfacevano i criteri di

inclusione, e ne sono stati acquisiti i full text. La maggior parte degli studi primari inclusi è stata citata anche nelle reviews selezionate, ad eccezione di alcuni articoli più recenti.

### **3.2 Evidenze di un deficit nell'attenzione visuo-spaziale**

Nel presente paragrafo e nei successivi, saranno riportati in maniera dettagliata i principali punti trattati nei diversi articoli inclusi nella rassegna, evidenziandone il contenuto e le relative argomentazioni. Per una visione più concisa e schematica, si invita a consultare la sezione dedicata agli Allegati, situata alla conclusione della tesi.

#### **3.2.1 Le rassegne**

Stein e Walsh, nella loro rassegna del 1997, intitolata “To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia”, una delle prime importanti rassegne sul tema, sostenevano che i dislessici spesso lamentano che le lettere piccole sembrano sfocarsi e muoversi mentre cercano di leggere. Analizzano diversi studi anatomici, elettrofisiologici, psicofisici e di imaging cerebrale, secondo i quali le confusioni visive emergerebbero da anomalie della componente magnocellulare (M) del sistema visivo, specializzata nel trattare informazioni temporali veloci. Il flusso M culmina nella corteccia parietale posteriore, che svolge un ruolo importante nel guidare l'attenzione visiva. Le prove sono coerenti con una descrizione sempre più sofisticata della dislessia che non mira a individuare singoli deficit a livello fonologico, visivo o motorio. Piuttosto, sembra che sia compromessa l'elaborazione temporale in tutti e tre i sistemi. I dislessici, dunque, potrebbero non essere in grado di elaborare adeguatamente le informazioni sensoriali in arrivo rapidamente in nessun dominio.



Per quanto riguarda la teoria magnocellulare della dislessia evolutiva, gli autori riportano che le caratteristiche distintive dei sistemi visivi magnocellulari e parvocellulari (P) possono essere distinti psicofisicamente negli esseri umani integri. Lovegrove (1980) ha sfruttato ciò per mostrare che la maggior parte dei dislessici ha una leggera riduzione alla sensibilità al contrasto alle basse frequenze spaziali e ai bassi livelli di luminanza, serviti dal sistema M. A frequenze spaziali più elevate, servite dal sistema P, la loro sensibilità al contrasto è normale e paragonabile a quella dei soggetti normolettori. Questi risultati sono stati confermati sia grazie a studi di psicofisica, che mediante registrazioni del potenziale evocato, sebbene siano stati negati da alcuni. Inoltre, Cornelissen e colleghi, nel 1995, hanno mostrato un altro deficit transitorio M nei dislessici, ovvero una sensibilità al movimento visivo compromessa anche a contrasti elevati e ad adeguati livelli di illuminazione, e questo risultato è stato confermato sia mediante potenziale evocato che mediante studi di imaging di risonanza magnetica funzionale (fMRI). La prova più convincente è stata la dimostrazione di Galaburda e colleghi (1994) che mostrarono come i livelli di cellule magno (M) del nucleo genicolato laterale (NGL) in cinque cervelli di dislessici, esaminati post-mortem, erano disordinati, e che le cellule M erano oltre il 20% più piccole rispetto a quelle presenti nei cervelli di controllo. Come potrebbero tali lievi compromissioni nel sistema M a portare a difficoltà nella lettura? La risposta probabilmente risiede nelle connessioni anatomiche dalle lamelle magnocellulari del NGL alla corteccia parietale posteriore (PPC). Infatti, nonostante il fitto intreccio tra il processing parvo e magno nella corteccia, la PPC è dominata da proprietà simili a quelle della via M: sensibilità alla direzione del movimento, sensibilità alla direzione dello sguardo e relativa insensibilità al colore o alla forma visiva. Lievi compromissioni delle prestazioni o dell'organizzazione delle lamelle magnocellulari nel NGL potrebbero, quindi, comportare maggiori deficit nella funzione della PPC.

La PPC è importante per il normale controllo dei movimenti oculari, l'attenzione visuo-spaziale e la visione periferica, tutte componenti importanti della lettura. È anche una regione che, se danneggiata, porta a disturbi acquisiti della lettura. Una funzione importante del sistema M è quella di aiutare a controllare i movimenti oculari. Di conseguenza, se questa via risulta compromessa nei dislessici, potrebbe spiegare le confusioni visive, la destabilizzazione riportata per quanto riguarda la fissazione binoculare e il fatto che le lettere sembrano muoversi.

Tredici anni più tardi, nella loro rassegna del 2010, intitolata “Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing”, Vidyasagar e Pammer sostengono che nonostante sia ampiamente accettato dalla comunità scientifica che i deficit fonologici siano causa della dislessia, stanno emergendo sempre più evidenze che i problemi fonologici e le difficoltà di lettura derivino entrambi da una debole codifica visiva. Gli autori sostengono che i meccanismi attentivi controllati dalla via visiva dorsale entrano in gioco nella scansione seriale delle lettere durante la lettura, e qualsiasi deficit in questo processo provocherà una cascata di effetti, tra cui difficoltà nel riconoscimento visivo dei grafemi, nella loro traduzione in fonemi e, più in generale, nello sviluppo della consapevolezza fonemica.

Partendo dall'assunto che alcune forme di dislessia (come, ad esempio, quelle relative alle parole irregolari) non possono essere spiegate dalla teoria del deficit fonologico e che alcuni dislessici mostrano una buona consapevolezza fonetico-fonologica, Vidyasagar e Pammer ipotizzano che il deficit fonologico nei dislessici, se presente, non sia causa di dislessia evolutiva, ma sia piuttosto esso stesso una conseguenza di altri fattori.

Secondo Horowitz e Wolfe (1998), l'esplorazione della scena visiva, nel contesto naturale, è casuale. Questo perché l'esplorazione può essere catturata e guidata o dalle caratteristiche salienti, attraverso una cattura involontaria dell'attenzione da parte di stimoli salienti nella scena naturale (per le loro proprietà fisiche come colore, contrasto e movimento), oppure

l'esplorazione visiva può essere guidata da fattori cognitivi, in base, ad esempio a ciò che si sta cercando. Tuttavia, i bambini che si apprestano a leggere e scrivere devono imparare a rendere l'esplorazione visiva sequenziale da sinistra a destra, e sarebbe proprio questo processo a richiedere tempo.

Gli autori citano prove provenienti da vari studi neuropsicologici e di neuroimaging che indicano il coinvolgimento della via dorsale nella lettura e nell'attenzione visuo-spaziale. Nel 1992, Goodale e Milner avevano ipotizzato l'esistenza di due vie visive: una ventrale per il riconoscimento di oggetti e l'analisi dei dettagli, e una dorsale per la localizzazione spaziale, il movimento e per guidare azioni come il raggiungimento e le saccadi oculari. La via dorsale riceve il suo input dalla via magnocellulare. Vidyasagar e Pammer concludono che nei dislessici, per varie ragioni, può esserci un deficit in qualsiasi punto lungo queste vie visive, in particolare nella via dorsale o nell'area MT, dove culmina. In ogni caso, qualunque sia il deficit osservato nei dislessici, vi è una scarsa allocazione dell'attenzione visuo-spaziale.

Infatti, molti studi dimostrano che il Visual Search è deficitario nei bambini dislessici (Vidyasagar e Pammer 1999, Casco e Prunetti 1996) e altri studi hanno identificato un range di problemi con l'attenzione visuo-spaziale nei bambini con dislessia (Casco e Prunetti 1996, Facchetti et al. 2000, Hari et al. 1999, Bosse et al 2007, Facchetti et al 2009).

Infine, gli autori citano vari studi che suggeriscono che la dislessia evolutiva comporti un deficit nel processamento visivo corretto di una sequenza di lettere, che avviene attraverso meccanismi attentivi. Secondo la corrispondenza grafema-fonema, la consapevolezza fonologica necessita di una via dorsale visiva intatta. Se questa è alterata, allora il deficit fonologico che ne deriverebbe sarebbe la conseguenza.

Nel 2018, John Stein ha presentato una review aggiornata dal titolo "The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia". L'autore sostiene che la vera dislessia

evolutiva è caratterizzata da una cattiva elaborazione temporale, dunque da un'impairment della sequenzialità visiva e uditiva, causata da uno sviluppo compromesso dei sistemi transitori/magno cellulari (M-) in tutto il cervello. Questi deficit possono essere misurati per distinguere le cause delle difficoltà fonologiche nella dislessia evolutiva da quelle che causano deficit simili in altri tipi di difficoltà di lettura.

Fino alla metà degli anni '50 era comunemente accettato che la dislessia evolutiva fosse effettivamente un problema visivo ereditario. Tuttavia, con la rivoluzione nel campo della linguistica portata da Chomsky, che ha introdotto il concetto di fonologia ricorsiva (1957), la teoria fonologica della dislessia ha sostituito la precedente teoria visiva. La teoria fonologica postula che le difficoltà di lettura derivino da una mancata acquisizione della capacità di separare i suoni delle parole in fonemi separati per abbinarli ai grafemi, ossia alle lettere che li rappresentano. Tuttavia, la teoria fonologica non è davvero esplicativa: l'essenza della lettura è decodificare e tradurre le lettere nei suoni che rappresentano; quindi, la teoria fonologica ripete semplicemente questa essenza usando parole diverse, senza spiegare perché questi i bambini con dislessia non riescono a imparare a decodificare. Inoltre, se da una parte esiste un numero significativo di dislessici che non presentano problemi fonologici, dall'altra, la teoria fonologica non considera i problemi visivi che invece molti bambini con dislessia lamentano.

Uno dei problemi principali della dislessia riguarda probabilmente la difficoltà nel sequenziamento uditivo e visivo, essenziale per la lettura. I bambini dislessici sono più lenti nel riconoscere le singole lettere e nell'ordinarle correttamente. È sempre più evidente che lo sviluppo del sistema M visivo è compromesso nei lettori dislessici: questa compromissione li porta ad una ridotta capacità di attenzione visiva, alla lentezza nell'eseguire ricerche visive e a una distribuzione dell'attenzione visiva meno veloce e accurata. La ricerca visiva seriale, conosciuta come "serial visual search", avviene quando, elementi simili in un array, devono essere ispezionati uno dopo l'altro per individuarne uno specifico, il target. I dislessici sono

molto più lenti in questo processo, il che porta naturalmente a una scansione visiva più lenta e meno precisa (Facoetti & Turatto, 2000; Facoetti et al., 2000; Iles, Walsh, & Richardson, 2000; Vidyasagar & Pammer, 1999). Così come l'array del visual search, anche il testo è uno stimolo visivo estremamente affollato, dove l'attenzione deve essere accuratamente guidata dal sistema M alla parola specifica che si sta leggendo, ma più le lettere e le parole sono vicine tra loro, più è difficile concentrarsi su una sola parola. L'affollamento interferisce notevolmente con la capacità di individuare le parole e leggere accuratamente. Questo problema è molto più evidente nei dislessici (Atkinson, 1991; Cornelissen, Bradley, Fowler, & Stein, 2008; Martelli, Di Filippo, Spinelli, & Zoccolotti, 2009; Moores, Cassim, & Talcott, 2011), che spesso traggono beneficio nel leggere da testi stampati con caratteri più grandi e distanziati.

Stein risponde anche critiche sollevate da Skottun, il quale afferma che sia necessario ammettere che la debolezza del sistema M non è stata sistematicamente rilevata in ogni dislessico; inoltre, molti bambini con un sistema M compromesso imparano comunque a leggere normalmente. Di conseguenza, non si può dire che il deficit visivo sia l'unica causa della dislessia (Skoyles & Skottun, 2004). Stein sostiene che la sensibilità visiva del sistema M contribuisce effettivamente in modo significativo alla capacità di tutti i bambini di acquisire competenze di lettura. La sensibilità al movimento predice le competenze ortografiche sia nei buoni che nei cattivi lettori, indipendentemente dal fatto che siano classificati come dislessici o meno (Talcott et al., 2002). Queste considerazioni mostrano che la debolezza del sistema M conferisce una vulnerabilità ai problemi di lettura, ma probabilmente non è la sola causa. Anche altri fattori avversi possono contribuire al fenotipo di dislessia finale. Skottun, infatti, non nega che i fattori visivi possano contribuire alla dislessia.

Infine, la più recente rassegna analizzata è quella del 2019 di Facoetti, Franceschini e Gori, autori italiani che hanno condotto molte ricerche e studi riguardo al ruolo dell'attenzione visuo-spaziale nella dislessia evolutiva.

Gli autori, pur sostenendo la visione multifattoriale della dislessia, affermano che uno dei possibili fattori causali della dislessia evolutiva potrebbe essere il deficit di attenzione visiva e percettiva. Infatti, per leggere correttamente le parole, è necessario un orientamento attento verso il target da leggere, seguito da un disancoraggio dell'attenzione per proseguire con la lettura successiva.

Numerosi studi citati dagli autori indicano la presenza di deficit nell'attenzione visiva nei soggetti dislessici, utilizzando paradigmi come la visual search e l'attentional blink. Inoltre, viene sottolineato che l'effetto crowding riportato dai dislessici potrebbe derivare dalla distribuzione spaziale peculiare dell'attenzione, ipotizzando un limite nella risoluzione spaziale di quest'ultima.

L'attenzione visiva in età prescolare è identificata come uno dei fattori predittivi più significativi delle future abilità di lettura scolastica, come evidenziato da varie ricerche (Carroll et al., 2016; Facoetti, Corradi et al., 2010; Franceschini et al., 2012). Un ulteriore supporto al ruolo dell'attenzione visiva nella decodifica proviene da uno studio condotto da Franceschini e colleghi nel 2013, che ha dimostrato gli effetti positivi di un addestramento con un videogioco d'azione sulla capacità di discriminazione degli stimoli nei bambini con dislessia, migliorando il focus dell'attenzione sia in condizioni di ampia che di piccola scala.

### **3.2.2 Gli studi sperimentali**

Tutti gli studi sperimentali inclusi nella presente rassegna, condotti attraverso diversi paradigmi di psicologia cognitiva, hanno dimostrato che nelle persone con dislessia evolutiva, sia bambini che adulti, vi è una qualche alterazione nell'attenzione visuo-spaziale, che differenzia le loro prestazioni rispetto a quelle dei normolettori.

Lo studio più datato è quello di Brannan e William del 1987, condotto con lo scopo di misurare la capacità di dirigere l'attenzione attraverso lo spazio visivo in bambini e adulti normolettori e in bambini dislessici. Attraverso un paradigma di Posner, gli autori hanno mostrato che gli adulti e i bambini normolettori erano in grado di dirigere l'attenzione efficacemente quando veniva fornito un suggerimento che prediceva correttamente la posizione della lettera bersaglio (cue valido), mentre i dislessici non ci riuscivano. I dislessici hanno anche mostrato tassi di accuratezza più bassi quando il cue precedeva il bersaglio di cento millisecondi o meno. Nelle conclusioni gli autori sostenevano che questa indagine aveva rivelato un evidente deficit di attenzione nei bambini che leggono male.

Casco e Prunetti, nel 1996, hanno condotto uno studio molto articolato per cercare di stabilire le basi del deficit nel visual search nei dislessici, che, in precedenti studi, si verificava con stimoli complessi. Gli autori hanno cercato di stabilire se il deficit nel visual search sia generale o cambi in base al fatto che la ricerca avvenga in modo seriale o parallelo, trovando che non vi sono differenze tra bambini dislessici e normolettori né nella ricerca parallela (feature search) né nella ricerca seriale (conjunction search). Hanno poi indagato se il deficit dipendesse dagli stimoli utilizzati nei visual search, trovando che le prestazioni tra dislessici e normolettori differiscono nei compiti di ricerca di forme con più caratteristiche: i dislessici hanno difficoltà con stimoli come lettere e forme geometriche che richiedono l'integrazione di gruppi di caratteristiche.

Nel 1999 Vidyasagar e Pammer hanno voluto testare l'ipotesi che in una scena visiva affollata, la via visiva magnocellulare è fondamentale per focalizzare gli elementi in maniera seriale nel campo visivo. Servendosi di un paradigma di conjunction visual search, nel quale aumentavano il numero di elementi presenti nell'array (da 10 a 70), hanno dimostrato che i tempi di reazione sono significativamente diversi tra bambini dislessici e bambini normolettori sia nella condizione di target presente che nella condizione di target assente. Nei dislessici, in particolare,

i tempi di reazione aumentavano significativamente all'aumentare del set size nella condizione di target presente.

Nello stesso anno Hari e colleghi, attraverso un paradigma di Rapid Serial Visual Presentation (RSVP), hanno indagato il tempo di permanenza attentiva in adulti dislessici. I risultati hanno mostrato che il tempo di permanenza attentiva è prolungato del 30% nei dislessici rispetto ai controlli, dimostrando che il target cattura risorse attentive per un tempo consideratamente più lungo: il fenomeno della cecità attentiva (attentional blink, AB) è più marcato, dunque, nei dislessici. Gli autori sottolineano il fatto che anche i pazienti affetti da neglect, da danno parietale sinistro, mostrerebbero un aumento dell'attentional blink. Ciò è interessante alla luce del fatto che anche nei dislessici è stato osservato un mini left-side neglect in diversi studi.

Iles, Walsh e Richardson (2000) vollero testare l'ipotesi che quei dislessici adulti che hanno problemi visivi legati alle funzioni magnocellulari e che, in precedenti studi, avevano dimostrato una bassa soglia di coerenza al random-dot, mostrano anche problemi visivo-attentivi, legati alle funzioni di aree come la corteccia parietale, dominate da input originati dal nucleo genicolato laterale magnocellulare. Attraverso un paradigma di visual search, dimostrarono che i dislessici con aumentata sensibilità alla direzione di movimento avevano difficoltà nei compiti di ricerca visiva seriale, per i quali mostravano tempi di reazione più lunghi. I dislessici che invece non presentavano deficit nella sensibilità alla direzione di movimento non mostravano nessuna compromissione nei visual search.

Facoetti e colleghi, nel 2000, vollero indagare l'orientamento e la focalizzazione dell'attenzione visiva nei bambini e negli adulti dislessici. Attraverso tre diversi paradigmi, che prevedevano cue centrale, cue periferico e pre-cue, trovarono che i dislessici mostrano una specifica compromissione nello spostamento dell'attenzione dovuta a cue periferico (a SOA brevi), e



sono in grado di mantenere l'attenzione focalizzata solo per brevi periodi di tempo, presumibilmente non abbastanza lunghi per garantire un'efficiente elaborazione visiva.

Facoetti e Turatto, nel 2000, partendo da quanto rilevato in precedenti studi, ossia dal fatto che il campo visivo attentivo dei dislessici sarebbe asimmetrico, vollero eseguire ulteriori esplorazioni su questo argomento nei bambini con dislessia evolutiva. Servendosi di un task di Flanker e misurando i tempi di reazione, dimostrarono che l'effetto flanker nei bambini dislessici risulta asimmetrico, mentre nei bambini normolettori sarebbe simmetrico. I dislessici, infatti, mostravano un forte effetto flanker nel campo visivo di destra, mentre l'effetto era ridotto nel campo visivo di sinistra. Quanto rilevato supporta l'ipotesi del mini left-side neglect: nella dislessia evolutiva si osserva una tendenza a ignorare gli stimoli a sinistra del campo visivo e una ridotta abilità a inibire eventuali distrattori, se presenti a destra del campo visivo.

Nel 2005 Bulchholz e Davies vollero indagare le differenze nel campo visivo dei soggetti con dislessia evolutiva e determinare se, eventuali differenze, sono legate a particolari componenti dell'attenzione o space-based o object-based. Attraverso un covert visual attention task, che prevedeva un cuing paradigm e misurando i tempi di reazione in adulti con dislessia evolutiva, trovarono che i dislessici sono più lenti nel rilevare target indicati da cue validi. Inoltre, i costi legati al dover spostare l'attenzione verso la periferia, quando il cue non era valido erano significativamente più alti nei dislessici. Anche gli spostamenti dell'attenzione nella periferia verso l'alto e verso il basso erano accompagnati da costi più elevati. Infine, gli autori hanno riscontrato una differenza nell'elaborazione del campo visivo, in quanto il gruppo con dislessia ha mostrato costi più elevati associati allo spostamento dell'attenzione tra gli oggetti nel campo visivo di sinistra. Questi risultati possono indicare che gli individui con dislessia hanno difficoltà nel mantenere e spostare l'attenzione, il che si verifica in aggiunta alle difficoltà dimostrate nel coinvolgere l'attenzione verso la periferia.

Sempre il gruppo di Facoetti, nel 2006, ha indagato il possibile legame tra l'inefficienza nella lettura di non parole e l'attenzione visuo-spaziale focalizzata nella dislessia evolutiva. Gli autori hanno proposto un paradigma di tipo Posner a due gruppi di bambini dislessici, distinti in base alle abilità nella lettura di non parole. È stato trovato che i dislessici con difficoltà nella lettura di non parole mostravano una mancanza di inibizione verso i target uncued nella posizione non indicata nel campo visivo destro.

Nel 2008 Jones, Branigan e Louise Kelly hanno svolto uno studio articolato, con dislessici adulti, per indagare in primis l'esistenza del deficit visivo caratteristico della dislessia evolutiva ed eventualmente come questo deficit visivo possa influenzare le abilità di lettura. Attraverso un feature search, un compito di riconoscimento di sequenze di simboli e un Ternus Task, hanno rilevato che i dislessici commettevano più errori nei compiti di visual search e nel riconoscimento delle stringhe di simboli rispetto ai normolettori e che la performance in questi due compiti visivi è anche correlata con la lettura di non parole e con la denominazione rapida automatizzata.

Sireteanu e colleghi, nel 2008, hanno voluto testare l'ipotesi del deficit di attenzione nella dislessia evolutiva, studiando le prestazioni dei bambini dislessici in una serie di compiti di ricerca visiva. Servendosi di tre diversi paradigmi di visual search: conjunction search per forma e orientazione, conjunction search per orientazione e colore e un parallel search, hanno dimostrato che i bambini con dislessia evolutiva presentano deficit selettivi in complessi compiti di ricerca visiva seriale. Ciò implica una compromissione dell'attenzione visiva sostenuta e focalizzata.

Nel 2014, Ruffino e colleghi vollero indagare se sia l'attenzione spaziale che l'attenzione temporale fossero compromesse in individui con dislessia evolutiva con scarsa decodifica fonologica e se vi fosse una relazione predittiva specifica tra le capacità attentive e le capacità

di decodifica fonologica. Hanno considerato un campione formato da bambini dislessici diviso in due gruppi a seconda della loro abilità nella lettura di non parole. Si sono serviti di un paradigma di tipo Posner per investigare l'attenzione spaziale, un paradigma RSVP per indagare l'attenzione temporale e dei test per valutare le capacità fonologiche. I risultati mostrarono che l'attenzione spaziale e temporale era più lenta nei bambini dislessici con scarse capacità di decodifica fonologica rispetto ai controlli e ai dislessici con buone capacità di decodifica fonologica, suggerendo un collegamento diretto tra efficienza dell'attenzione visiva e capacità di decodifica fonologica. Le differenze individuali in questi meccanismi di attenzione visiva erano specificamente correlate alle abilità di decodifica fonologica.

Per quanto riguarda gli studi più recenti, nel 2021 Nguyen e colleghi hanno voluto testare l'ipotesi che la scarsa capacità di lettura nei bambini in età scolare sia associata a deficit dell'attenzione visuo-spaziale utilizzando un visual search task e corroborando i risultati psicofisici con neuroimaging. Attraverso paradigmi di conjunction search e di parallel search, in cui il set size varia da 16 a 64 elementi, gli autori hanno visto che non ci sono differenze nell'accuratezza tra bambini dislessici e normolettori e che nel feature search i tempi di reazione sono simili. Nel conjunction search i tempi di reazione dei dislessici sono più lunghi per tutti i set size, ed aumentano all'aumentare del set size. La più scarsa performance al conjunction visual search dimostra, quindi, un'attenzione visuo-spaziale più debole nei dislessici.

Lo studio più recente della presente rassegna è quello di Franceschini e colleghi, risalente al 2022. Gli autori volevano verificare la presenza di uno specifico deficit nell'attenzione visuo-spaziale, ma senza il coinvolgimento di altre funzioni cognitive, che potrebbero entrare in gioco nei paradigmi più classici per sondare l'attenzione visuo-spaziale. Hanno dunque reclutato un gran numero di bambini, provenienti da diverse scuole italiane, e hanno proposto loro un semplice task con carta e penna, in cui dovevano risolvere tre labirinti composti da una serie di C. Rispetto ai normolettori, i bambini con difficoltà di lettura hanno mostrato chiari disturbi

dell'attenzione visuo-spaziale che sembrano non legati alla coordinazione motoria e alle capacità di apprendimento procedurale implicate in questo compito. Nella risoluzione di labirinti eseguiti per la prima volta, il 34,5% dei bambini con dislessia si discosta di 1 deviazione standard nei tempi di esecuzione rispetto ai controlli.

### **3.3 I campioni**

Nei 14 studi considerati nella presente rassegna, sono stati adottati diversi criteri per la selezione del campione. In seguito, verranno descritte per ogni studio (qualora indicate negli articoli), le caratteristiche del campione, le modalità di selezione e i criteri di inclusione.

Nello studio di Brannan e Williams, del 1987, il campione era composto da 6 bambini dislessici, di cui 4 maschi e 2 femmine. L'età media era di 10.6 anni. I controlli erano 6 bambini normolettori, pareggiati per età e sesso con il gruppo dei dislessici. Inoltre, sono stati reclutati 4 adulti, di cui 2 maschi e 2 femmine. L'età media era di 26 anni. Tra gli adulti, uno è l'autore dello studio. Non sono state indagate o riportate eventuali comorbidità, né si conoscono i criteri di inclusione.

Nello studio di Casco e Prunetti, del 1996, il campione prevedeva 15 bambini dislessici (6 femmine e 9 maschi, età media 10 anni), provenienti da scuole primarie e secondarie e 15 controlli (7 femmine e 8 maschi, età media 11 anni). I criteri di inclusione adottati erano sei: intelligenza nella media o sopra la media, performance nelle materie scolastiche nella media o sopra la media, acuità visiva nella norma o corretta, madrelingua italiana, normale frequenza scolastica, assenza di disturbi comportamentali o deprivazioni socioculturali. Non vi erano dunque comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Nello studio di Vidyasagar e Pammer, del 1999, sono stati reclutati 11 bambini dislessici (7 maschi e 4 femmine, età media 10.3 anni) e 9 controlli (6 maschi e 3 femmine, età media 10.1 anni). I criteri di inclusione adottati, che venivano valutati dalle insegnanti, erano quattro, tra cui l'aver uno sviluppo cognitivo nella norma, assenza di disturbi somatici, cognitivi o sociali, assenza di difficoltà nella visione dei colori e assenza di difficoltà attentive di altro genere. Non vi erano comorbidità tra i partecipanti.

Hari e colleghi, nel 1999, hanno reclutato 18 adulti con dislessia evolutiva, di cui 12 femmine e 6 maschi, con età media di 33.6 anni e 22 normolettori adulti, come controlli, di cui 14 femmine e 8 maschi, con età media di 29.7 anni. Nel loro articolo viene riferito che tutti i partecipanti erano nativi finlandesi, tuttavia, non vengono riportati i criteri di inclusione né la presenza di eventuali comorbidità.

Nel 2000, Iles, Walsh e Richardson hanno reclutato 16 dislessici adulti, dividendoli in due gruppi in base alla loro soglia di sensibilità alla direzione del movimento al random-dot. 8 adulti dislessici con alta soglia (6 maschi, 2 femmine, età media di 32 anni), 8 adulti dislessici con normale soglia (7 maschi, una femmina, età media di 27 anni) e 8 controlli (6 maschi e 2 femmine, età media di 25 anni). I partecipanti risultano uguali per età, sesso e QI, ma non vengono riportate eventuali comorbidità, né i criteri di inclusione.

Facoetti e colleghi, nel 2000, reclutarono 16 bambini dislessici, di cui 7 maschi e 3 femmine, con età media di 10 anni e 10 bambini normolettori, uguali per sesso, età media e QI ai dislessici. Reclutarono inoltre 10 adulti normolettori, 5 maschi e 5 femmine con età media di 30 anni. I criteri di inclusione sono cinque: assenza di disturbi neurologici, assenza di disturbi sensoriali, assenza di disturbi emotivi, non assumere farmaci, visione nella norma o corretta. Non vi sono dunque comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Sempre nel 2000, Facoetti e Turatto reclutarono 14 bambini dislessici, di cui 10 maschi e 4 femmine, con età media di 12 anni e 11 bambini normolettori, di cui 8 maschi e 3 femmine, con età media di 11.4 anni. I criteri di inclusione descritti erano otto:  $QI > 85$ , visione normale o corretta, assenza di ADHD, campo visivo normale, assenza di problemi emotivi e comportamentali, non assumere farmaci, adeguate opportunità formative e scolastiche, essere destrimani. Non vi sono comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Il campione di Buchholz e Davies (2005) era composto da 8 adulti dislessici con età media di 30.1 anni e da 8 adulti senza storia di difficoltà di lettura, tutti reclutati dall'Università dell'Australia. Viene riferito che l'età media e il  $QI$  tra i partecipanti dei due gruppi sono simili, ma non vengono fornite indicazioni in merito ai criteri di inclusione adottati né vengono indagate eventuali comorbidità.

Nello studio del 2006 di Facoetti e colleghi il campione era composto da 20 bambini dislessici divisi due gruppi di 10 ciascuno, in base all'abilità di leggere le non-parole. I partecipanti erano 18 maschi e 2 femmine, con età media di 11.35 anni. Per i controlli, sono stati presi 12 bambini normolettori, di cui 9 maschi e 3 femmine, con età media di 11.4 anni. I partecipanti erano uguagliati per età e  $QI$ . Cinque erano i criteri di inclusione descritti: assenza di difficoltà linguistiche,  $QI > 85$ , assenza di problemi visivi o uditivi, assenza di ADHD, essere destrimani. Non vi sono comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Jones e colleghi, nel 2008, reclutarono 19 adulti dislessici, con età media di 22.2 anni e 19 normolettori adulti, con età media di 23.1 anni. Tutti i partecipanti erano studenti dell'università di Edinburgo, e sono stati pagati. In questo studio non vengono indicati i criteri di inclusione, né vengono indagate eventuali comorbidità.

Nel 2008, Sireteanu e colleghi reclutarono 27 dislessici e 27 normolettori, con età dai 7 ai 19 anni, dividendoli in tre gruppi, in base all'età (7-10 anni, 11-13 anni e 14-19 anni). Tutti i

partecipanti provengono da scuole intorno all'area di Francoforte e sono stati reclutati tramite volantini e passaparola. I dislessici e i controlli sono stati uguagliati per età, sesso, intelligenza generale e per status socioeconomico. I criteri di inclusione considerati erano quattro: assenza di problemi neurologici o psichiatrici, assenza di problemi visivi o oftalmici, non assumere farmaci, essere destrimani. Non vi sono comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Ruffino e colleghi, nel 2014, arruolarono un campione di 32 bambini dislessici, con età media di 10 anni, dividendoli a loro volta in 14 bambini con disturbo nel leggere le non-parole e 18 bambini senza disturbo nel leggere le non-parole. I controlli erano 43 bambini normolettori con la stessa età media, raccomandati come lettori tipici dai loro genitori (e poi testati per conferma). I criteri di inclusione adottati erano cinque:  $QI > 85$ ; visione normale o corretta e udito normale; assenza di disturbi neurologici e/o psichiatrici; assenza di disturbo da deficit di attenzione con o senza iperattività. Non vi sono comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Nel 2021, Nguyen e colleghi, dopo aver eseguito una Power Analysis, reclutarono 17 bambini con dislessia, di cui 9 femmine e 8 maschi, con età media di 10.9 anni. Come controlli reclutarono 14 bambini normolettori, di cui 8 femmine e 6 maschi, uguagliati per età media. Tutti i partecipanti erano australiani. I criteri di inclusione indicati erano sette: acuità visiva normale o corretta, errori di rifrazione contenuti, occhi in buona salute generale, normale visione binoculare nei test per l'accomodamento, normale convergenza e stereopsi, assenza di ADHD o autismo, QI nella norma. Non vi sono comorbidità con altre patologie ad eccezione della dislessia.

Lo studio di Franceschini e colleghi, del 2022, ha coinvolto 398 bambini totali di cui 188 maschi, 210 femmine, dalla II alla V classe primaria. L' 8% erano mancini. I bambini provenivano da diverse regioni d'Italia. Sono stati classificati nel seguente modo: 340

normolettori e 58 dislessici. I criteri di inclusione adottati erano quattro: visione normale o corretta, assenza di problemi uditivi, assenza di deficit neurologici, assenza di disturbi del neurosviluppo. Non vi sono comorbidità con altre patologie ma i bambini reclutati potrebbero presentare altri disturbi specifici di apprendimento, oltre la dislessia.

### **3.4 La diagnosi**

Nello studio condotto da Brannan e Williams nel 1987, la dislessia è stata diagnosticata attraverso l'analisi delle performance dei soggetti al Diagnostic Reading Scale (Spache, 1981). I soggetti affetti da dislessia presentavano una performance inferiore di almeno un anno rispetto alla norma, mentre i normolettori ottenevano una performance superiore di almeno un anno rispetto ad essa. Il contesto dell'indagine era la lingua anglosassone e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-III e ICD 9.

Casco e Prunetti, nel 1996, diagnosticarono i soggetti dislessici attraverso un test italiano per la lettura e la comprensione (Cornoldi, Kolpo, & Gruppo, 1981). I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura, misurata in sillabe al secondo. I dislessici avevano un ritardo di almeno due anni nell'età di lettura. A tutti i partecipanti era stata somministrata anche la Primary-Mental Abilities (PMA) o la Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC) per misurare le abilità cognitive generali, che sono risultate in norma per tutti i soggetti. Infine, è stato somministrato il test di Snellen, per indagare l'acuità visiva. Il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Vidyasagar e Pammer, nel 1999, dichiarano che i partecipanti dislessici avevano ottenuto una performance di almeno due anni sotto la norma al NEAL Reading Test, mentre le loro abilità



cognitive generali erano state valutate con il test di RAVENS Standard Progressive Matrices. I normolettori erano stati selezionati su raccomandazione da parte delle loro maestre, che li avevano giudicati in norma, per quanto concerne il loro sviluppo cognitivo e le loro abilità di lettura. A loro non venivano somministrati i test. Inoltre, per tutti i bambini, la presenza dei criteri di inclusione veniva valutata dalle insegnanti. Il contesto dell'indagine era la lingua inglese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Nello studio del 1999 di Hari e colleghi, gli adulti dislessici avevano tutti una storia di dislessia e, come gruppo, erano significativamente più lenti dei controlli nel leggere e nel riconoscimento di lettere (non vengono fornite ulteriori informazioni). Il contesto dell'indagine era la lingua finlandese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Nello studio del 2000 di Iles, Walsh and Richardson, gli adulti dislessici avevano ricevuto in precedenza una diagnosi di dislessia da psicologi. La diagnosi era stata confermata anche nel loro studio, attraverso una prova di lettura di parole e non parole (non viene indicato il nome del test), la quale misurava la velocità di lettura e l'accuratezza. Veniva inoltre riferita la soglia di sensibilità alla direzione di movimento, misurata attraverso random-dot nello studio di Cornhill et al 1995 (il campione dei dislessici era infatti lo stesso). Coloro che avevano una soglia di sensibilità alla direzione del movimento innalzata, si discostavano di 1.5 ds dalla norma. Il contesto dell'indagine era la lingua inglese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Facoetti e colleghi, nel 2000, individuano i bambini dislessici attraverso un test italiano standardizzato per la lettura: Prove MT (Cornoldi & Colpo 1981), in cui la loro prestazione si colloca sotto le 2 deviazioni standard dalla norma. Il QI è stato misurato a tutti i bambini

attraverso la Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC). Il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Facoetti e Turatto, nel 2000, diagnosticarono i bambini dislessici attraverso un test italiano standardizzato per la lettura di parole, non parole e brani. I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura, misurata in sillabe al secondo. In questi test i dislessici si collocavano sotto le 2 deviazioni standard dalla norma. Ai normolettori venivano somministrati gli stessi test e veniva misurato il QI a entrambi i gruppi. Anche in questo caso il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10 o l'ICD-9-CM.

Nel 2005, Buchholz, J. e Davies, reclutarono soggetti adulti dislessici, diagnosticati come tali perché rispondevano ai criteri del Dyslexic Adult Screening Test (DAST: Fawcett & Nicolson, 1998). La performance cognitiva è stata misurata con il Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI) e le abilità di lettura di parole singole e di spelling sono state valutate con il Wide Range Achievement Test (WRAT: Jastak & Wilkinson, 1984). Ai controlli sono stati somministrati gli stessi test.). Il contesto dell'indagine era la lingua inglese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10.

Facoetti e colleghi, nel 2006, diagnosticarono i bambini dislessici attraverso un test italiano standardizzato per la lettura di parole, non parole e brani. I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura, misurata in sillabe al secondo. In questi test i dislessici si collocavano, in almeno una prova tra i test della batteria, sotto le 2 ds. Veniva inoltre somministrato un test per il valutare il QI e uno per indagare le capacità metafonologiche. Esclusivamente per il gruppo di bambini con dislessia, veniva somministrato un test per la lettura di non parole: sulla base dei risultati di questo ultimo sono stati divisi in due gruppi.

Anche al gruppo di controllo, selezionato su raccomandazione delle maestre, veniva valutato il QI e venivano somministrati i test per la dislessia, le cui prestazioni però si collocano in norma. Il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10.

Nel 2008, Jones e colleghi reclutarono dislessici adulti che erano stati valutati da psicologi o reclutati attraverso l'ufficio universitario per la disabilità. Nello studio sono state indagate le abilità di spelling, con il Wide Range Achievement Test-3 (WRAT-3) (Wilkinson, 1993), il riconoscimento di parole con il Phonemic Decoding Efficiency (Lum, Cox, Kilgour, Snowling, & Haywood, 2005) e per le parole irregolari il Wile and Borowsky (2004). La velocità di denominazione è stata valutata con il rapid automatized naming (RAN; Denckla & Rudel, 1976) e la working memory con la Bangor Dyslexia Test (Miles, 1993). Per vedere le caratteristiche della dislessia è stata somministrata la British Dyslexia Association (BDA) checklist (Vinegrad, 1994) e per valutare le abilità cognitive generali e il QI si è usato l'Advanced Progressive Matrices (Raven, 1958). Il contesto dell'indagine era la lingua inglese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10.

Sireteanu et al. (2008) sottoposero i soggetti reclutati ad un esame ortottico e psicométrico completo. Tra i test psicométrici gli autori menzionano: test di intelligenza, di vocabolario, di aritmetica, test per le abilità di scrittura, per le abilità di lettura, per l'attenzione sostenuta, per la memoria a breve termine e per la consapevolezza fonologica. I dislessici si discostano di almeno due "voti" dai controlli nei test psicométrici che valutano la lettura. Il contesto dell'indagine era la lingua tedesca e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-IV e l'ICD 10.

Ruffino e colleghi, nel 2014 reclutarono soggetti dislessici, la cui performance nella lettura, in termini di accuratezza o velocità, era al di sotto della norma di almeno 2 deviazioni standard,

in almeno uno dei test italiani standardizzati, tratti dalla batteria clinica di Sartori et al., 1995. Il QI misurato con la WISC doveva essere sopra gli 85. I controlli sono stati raccomandati come lettori tipici dai loro genitori, e ciò è stato confermato da una valutazione individuale in una stanza tranquilla nella loro scuola. Il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-V e l'ICD-10.

Nel 2021, Nguyen e colleghi reclutarono bambini ai quali venivano proposti dei test eseguiti da optometristi. La diagnosi di dislessia era già stata fatta in precedenza e, nello studio, venivano comunque riproposti dei test standardizzati per la dislessia e veniva così quantificata la loro abilità di lettura attraverso il Dyslexia Determination Test (Griffin and Walton, 1981) e attraverso i test di lettura di parole, non parole e comprensione, tratti dal Wechsler Individual Achievement Test (Australian Standardised Edition, 2nd edition). Veniva valutato anche il QI attraverso il Kaufman Brief Intelligence Test. Il contesto dell'indagine era la lingua inglese e i manuali diagnostici di riferimento per quell'anno erano il DSM-V e l'ICD-10

Nello studio di Franceschini e colleghi, del 2022, 19 bambini dislessici erano stati inviati da centri specializzati presso i quali era già stata fatta una diagnosi di dislessia. A tutti gli altri bambini veniva proposto un test italiano standardizzato per la lettura di parole e non parole, sulla base del quale venivano distinti come dislessici, qualora la loro performance si collocasse sotto le 2 ds. Il contesto dell'indagine era la lingua italiana e i manuali diagnostici di riferimento per il 2022 erano il DSM-V e l'ICD-11.

### **3.5 I paradigmi sperimentali**

Come già indicato nei criteri di inclusione della presente rassegna, sono state ricercate le principali reviews e gli studi sperimentali, privilegiando quelli sufficienti a valutare in modo esaustivo i temi trattati, senza estendere l'indagine ad altri argomenti o metodologie estranee

alla psicologia cognitiva, che avrebbero richiesto ulteriori approfondimenti per una valutazione completa. I paradigmi utilizzati da questi studi, per indagare il deficit di attenzione visuo-spaziale nella dislessia, rientrano nell'ambito della psicologia cognitiva.

Sei studi (Casco & Prunetti 1996; Iles, Walsh and Richardson 2000; Jones et al. 2008; Nguyen et al. 2021; Sireteanu et al. 2008; Vidyasagar & Pammer, 1999) hanno utilizzato paradigmi di visual search nei quali è necessario identificare un target all'interno di una matrice (array di stimoli) che comprende anche i distrattori, che hanno la funzione di distrarre visivamente dalla ricerca del target e possono cambiare in termini di numerosità: aumentando il set size, la scena visiva entro cui ricercare il target, che è sempre e solo uno, diventa più affollata. Ciò serve per studiare il funzionamento della ricerca visiva in contesti più o meno complessi a seconda, ad esempio, di quanto saliente è il target rispetto ai distrattori, quanta somiglianza vi sia tra target e distrattori, il numero e l'eterogeneità dei distrattori. In particolare, si distinguono il feature search dal conjunction search. Il feature search fa riferimento a una matrice in cui il target si differenzia dai distrattori per una sola caratteristica, che non è condivisa con questi ultimi. In questo caso la ricerca visiva è semplice e istantanea, viene anche detta ricerca pre-attentiva o ricerca in parallelo, caratterizzata da tempi di reazione brevi e indipendenti dall'aumentare del set size. Nel conjunction search il target, invece, è definito da più caratteristiche, che lo rendono unico, tuttavia, alcune di queste caratteristiche possono essere condivise anche dai distrattori. La ricerca visiva avviene in maniera seriale e i tempi di reazione aumentano all'aumentare del set size. In entrambi i tipi di visual search, i compiti richiesti ai soggetti prevedono per lo più di rispondere alla presenza del target, solitamente presente nel 50% dei trials.

L'ipotesi del deficit magnocellulare nella dislessia, parte dal presupposto che la via dorsale svolge un ruolo importante nella rappresentazione dello spazio e nell'orientamento dell'attenzione visiva, essa è infatti spesso definita come via del 'dove' o del 'come' (Milner & Goodale, 2006). Le regioni del flusso dorsale sono collegate strutturalmente e funzionalmente

alle regioni della via ventrale che partecipano al riconoscimento visivo delle parole e degli oggetti. Vidyasagar e Pammer hanno argomentato che i meccanismi visuo-attentivi controllati dalla via dorsale supportano sia la ricerca visuale seriale che la lettura. I movimenti rapidi dell'attenzione su una parola potrebbero agire come un meccanismo sequenziale di filtraggio delle informazioni visive, facilitando il riconoscimento della parola (Vidyasagar & Pammer, 1999, Vidyasagar & Pammer, 2010).

Il conjunction search e la lettura richiedono entrambi il movimento sequenziale di uno spotlight attentivo da un elemento all'altro, e gli studi dimostrano che i lettori dislessici hanno difficoltà nel conjunction search a causa di problemi con l'attenzione visiva. Queste difficoltà nei compiti di ricerca seriale sono generalmente attribuite a problemi con la selezione sequenziale, a causa di compromissioni dell'attenzione visiva, coerenti con la prospettiva dorsale.

CONJUNCTION SEARCH FOR ORIENTATION AND FORM /  
INHOMOGENEOUS BACKGROUND ( $n=27/\text{group}$ )

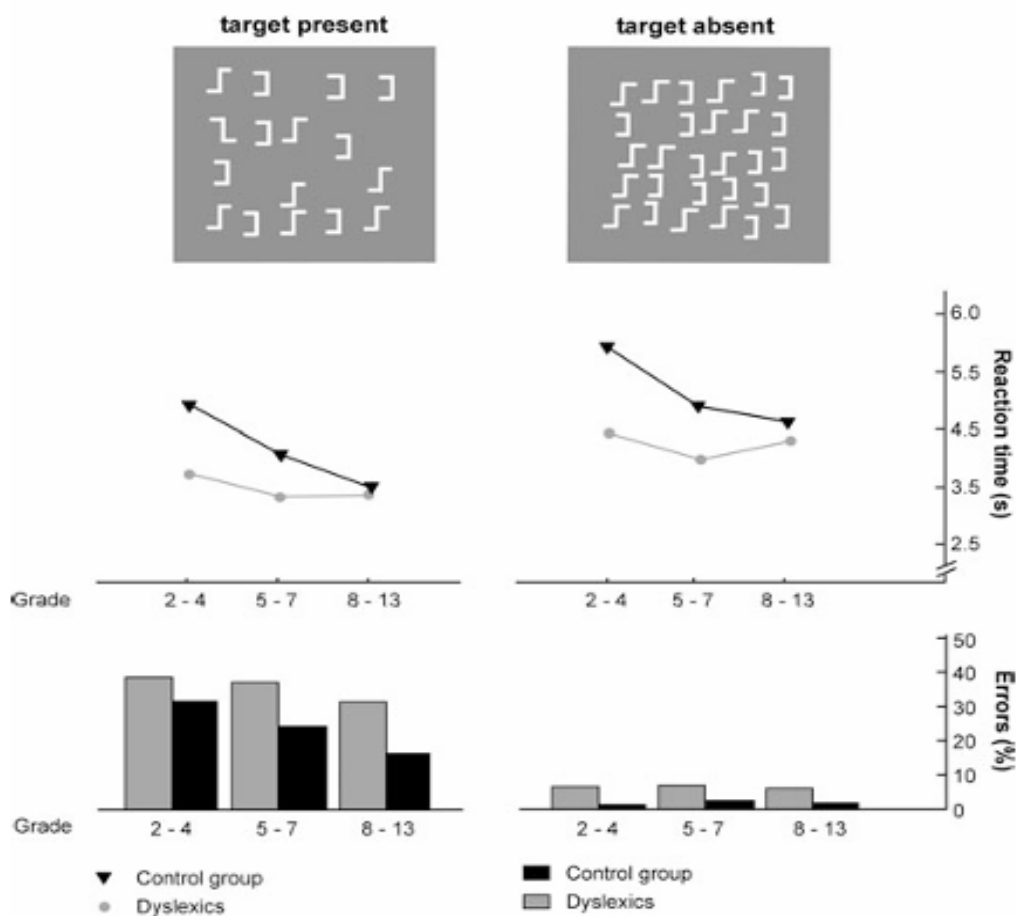


Figura 3 Esempio di compito di Conjunction Search per orientazione e forma. Fonte: Sireteanu et al 2008.

Cinque studi (Brannan & Williams 1987; Buchholz & Davies 2005; Facoetti et al. 2000; Facoetti et al. 2006; Ruffino et al. 2014) hanno utilizzato dei paradigmi di tipo Posner per indagare l'attenzione spaziale, in particolare l'orientamento implicito dell'attenzione (covert attention), la quale, per quanto non permetta di allineare gli stimoli in corrispondenza della fovea (non vi è spostamento dell'occhio), potenzia certi tipi di informazioni, rispetto a quelli non attesi, migliorando l'abilità di rispondere a una posizione, indicata dal cue. L'attenzione covert viene anche detta attentional spotlight e l'orientamento covert si distingue in esogeno o endogeno. Lo spostamento endogeno prevede un cue centrale, che compare nei pressi della

croce di fissazione, chiamato anche push cue, perché spinge l'attenzione dalla posizione centrale alla posizione indicata dal cue. Il cue esogeno è invece periferico, chiamato anche pull cue, perché attira l'attenzione verso una certa posizione dello spazio. Nei paradigmi che prevedono cue, solitamente, si ha una matrice di stimoli a destra e a sinistra della croce di fissazione, dove all'inizio è ancorato lo sguardo. La comparsa del cue è seguita da un intervallo inter-stimolo (ISI) di durata variabile, generalmente nell'ordine dei millisecondi, dopo il quale compare lo stimolo target che richiede una performance. Se lo stimolo target compare nella posizione indicata dal cue, si è nella condizione valida, se invece il target compare nella direzione opposta, si è nella condizione invalida. Il contesto neutro non prevede nessun cue, quindi l'attenzione non ha modo di orientarsi e rimane ancorata al centro. Rispetto alla situazione neutrale, nel contesto valido si osserva un beneficio, perché i tempi di reazione si riducono, mentre nella situazione di invalidità, si osserva un rallentamento dei tempi di reazione, legati al disancoraggio dell'attenzione, che infatti richiede del tempo per muoversi nello spazio (Posner, 1980). I paradigmi che utilizzano il cue sono stati utilizzati nella ricerca sul deficit di attenzione visuo-spaziale nella dislessia per studiare come l'attenzione visuo-spaziale sia distribuita in maniera asimmetrica nei soggetti dislessici. La letteratura riporta che l'attenzione visuo-spaziale, indirizzata verso un campo visivo (verso destra o verso sinistra), facilita la selezione delle informazioni in quella regione, causando al contempo l'inibizione delle informazioni nel campo visivo controlaterale. I soggetti dislessici mostrano un chiaro vantaggio per gli stimoli nel campo visivo destro (RVF) rispetto a quelli nel campo visivo sinistro (LVF). In particolare, i dislessici sono più lenti nel rilevare gli stimoli presentati nel LVF (ma non nel RVF) rispetto ai controlli quando l'attenzione visuo-spaziale è focalizzata su un oggetto centrale. I risultati suggeriscono uno specifico deficit del meccanismo di inibizione dell'attenzione destra nei dislessici, indicando un possibile "mini left-side neglect".



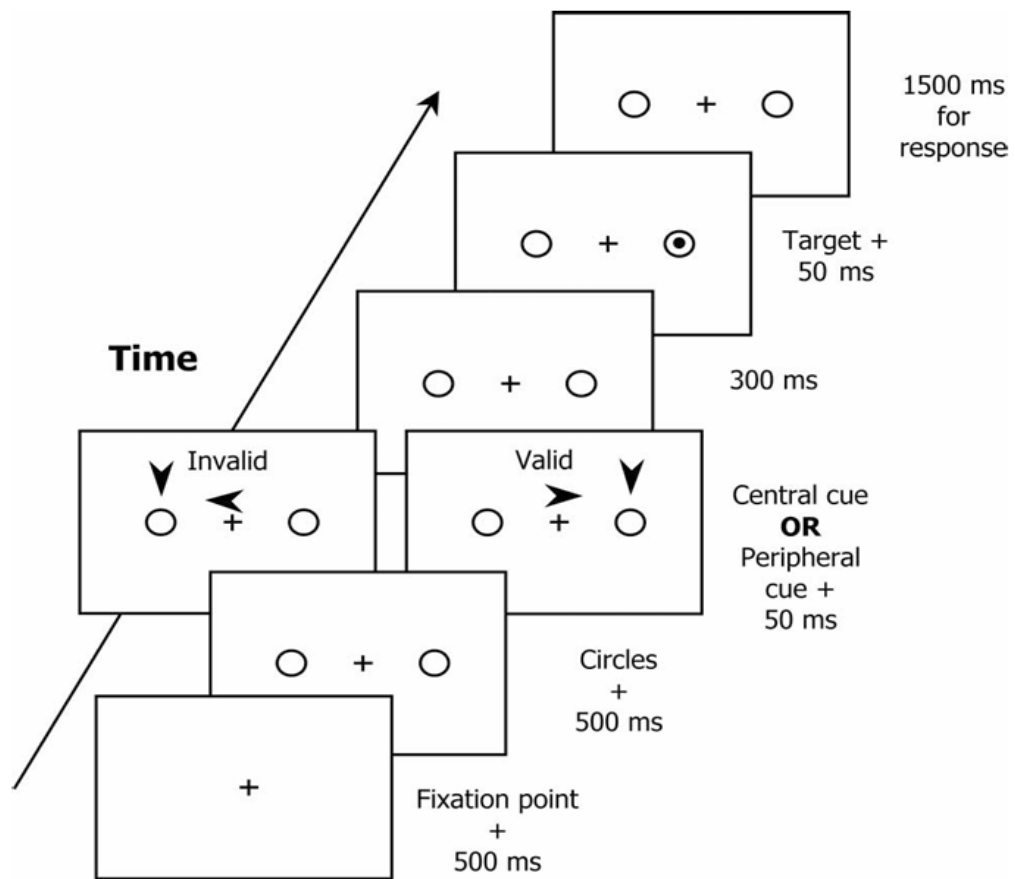


Figura 4: Rappresentazione schematica di un display utilizzato nel cued detection task. Fonte: Facoetti et al. 2006.

Gli studi di Hari e colleghi del 1999 e di Ruffino e colleghi del 2014, prevedevano anche un paradigma di Rapid Serial Visual Presentation (RSVP), ossia di presentazione seriale rapida. Questo tipo di paradigma sperimentale viene utilizzato per generare un effetto di Attentional Blink (AB), attraverso una ripetizione di prove o trials. In ogni trial vengono presentati una serie di stimoli visivi, nella stessa posizione spaziale, in rapida successione (100 ms circa l'uno dopo l'altro). L'inizio di ogni trial è preceduto dalla comparsa di una croce di fissazione, con la funzione di indicare la parte dello schermo nella quale appariranno, in sequenza, gli stimoli. Ogni sequenza RSVP deve contenere due stimoli target (t1 e t2), ai quali i partecipanti devono prestare attenzione per eseguire il compito. Quando t1 e t2 devono essere entrambi identificati, ciò che si osserva è che la visibilità di t2 viene sensibilmente ridotta quando questo segue t1 nell'arco temporale che va dai dai 100ms ai 500 ms: questo viene detto fenomeno di cecità

attentiva, AB. Questo fenomeno non ha ancora una spiegazione univoca, tuttavia, quel che riporta la ricerca sulla dislessia, è che nei soggetti dislessici, il fenomeno dell'AB è prolungato del 30% in più rispetto ai controlli. Ciò potrebbe essere dovuto a un aumento del tempo di permanenza attentiva, che richiederebbe più tempo ai dislessici, rispetto ai normolettori, disancorare l'attenzione dallo stimolo precedente per passare ad elaborare il successivo.

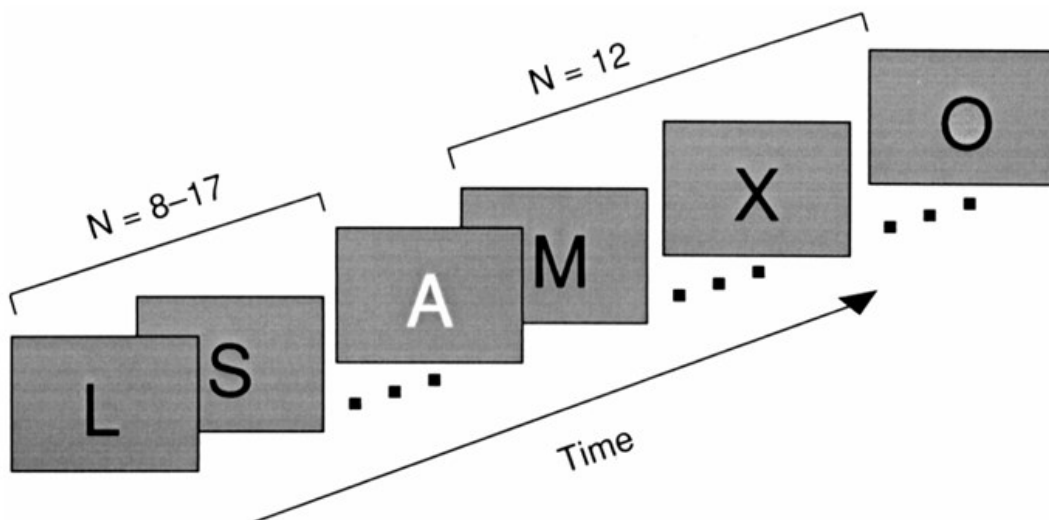


Figura 5: Esempio di paradigma RSVP utilizzato nello studio di Hari et al 1999. In questo compito veniva richiesto ai soggetti di identificare, tra il flusso di distrattori, la lettera in bianco (t1) e di rilevare se, dopo la comparsa di t1, vi fosse anche una "X" (t2). Ogni lettera presentata nella sequenza era seguita dopo 106ms da un'altra. Fonte: Hari et al. 1999

Lo studio di Facoetti e Turatto 2000 si proponeva di indagare l'attenzione visuo-spaziale di bambini con dislessia e, più precisamente, le asimmetrie nel campo visivo, attraverso un paradigma di flanker. Tipicamente ai partecipanti è richiesto di reagire ad un target centrale affiancato da un distrattore, compatibile o incompatibile con la risposta da dare. Ciò che normalmente si osserva è che le risposte, in presenza di distrattori compatibili, sono più rapide rispetto alle risposte date in presenza di distrattori incompatibili. La differenza nei tempi di reazione tra risposte compatibili e risposte incompatibili è detta effetto flanker.

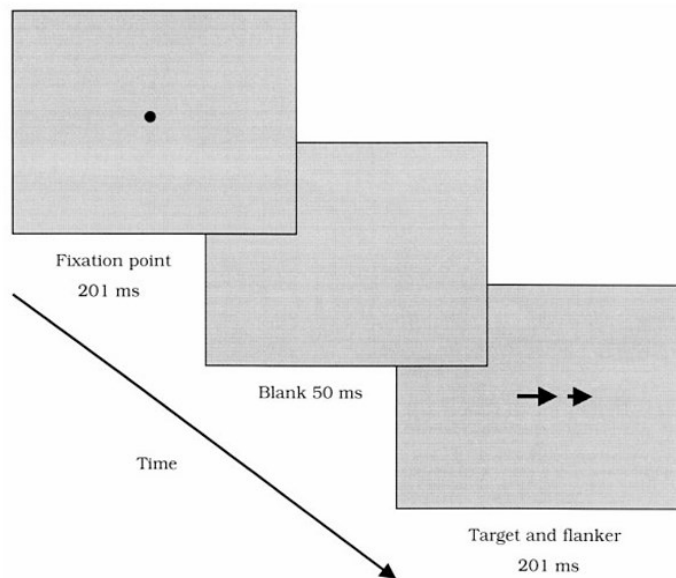


Figura 6: Rappresentazione schematica del display utilizzato per il paradigma di flanker nello studio di Facoetti e Turatto 2000. L'illustrazione mostra una situazione di distrattore compatibile con il target, poiché entrambe le frecce indicano nella stessa direzione.

I soggetti, nello studio di Facoetti e Turatto, dovevano premere due diversi tasti, a seconda che il target indicasse la direzione destra o sinistra. Venivano misurati i tempi di reazione e i risultati mostrarono che, nei dislessici, l'effetto flanker era asimmetrico: più marcato se il distrattore incompatibile compariva a destra rispetto al target, meno marcato se il distrattore incompatibile compariva a sinistra del target. Ciò supporta l'ipotesi del "mini left-side neglect" nei dislessici.

Infine, lo studio condotto da Franceschini e colleghi nel 2022 ha utilizzato un compito di carta e penna composto da tre labirinti a forma di C, in cui sono stati rilevati accuratezza e tempi di esecuzione, per misurare l'attenzione visuo-spaziale in un ampio campione di bambini delle scuole elementari. Questo compito, rispetto ad altri paradigmi utilizzati per indagare il medesimo argomento, ad esempio visual search, che richiedono memoria visiva di lavoro, misura principalmente l'attenzione visuo-spaziale distribuita e focalizzata. I bambini con difficoltà di lettura hanno mostrato chiari deficit nell'attenzione visuo-spaziale, che non sembrano legati alle abilità di coordinazione motoria e apprendimento procedurale implicate in questo compito di carta e penna.

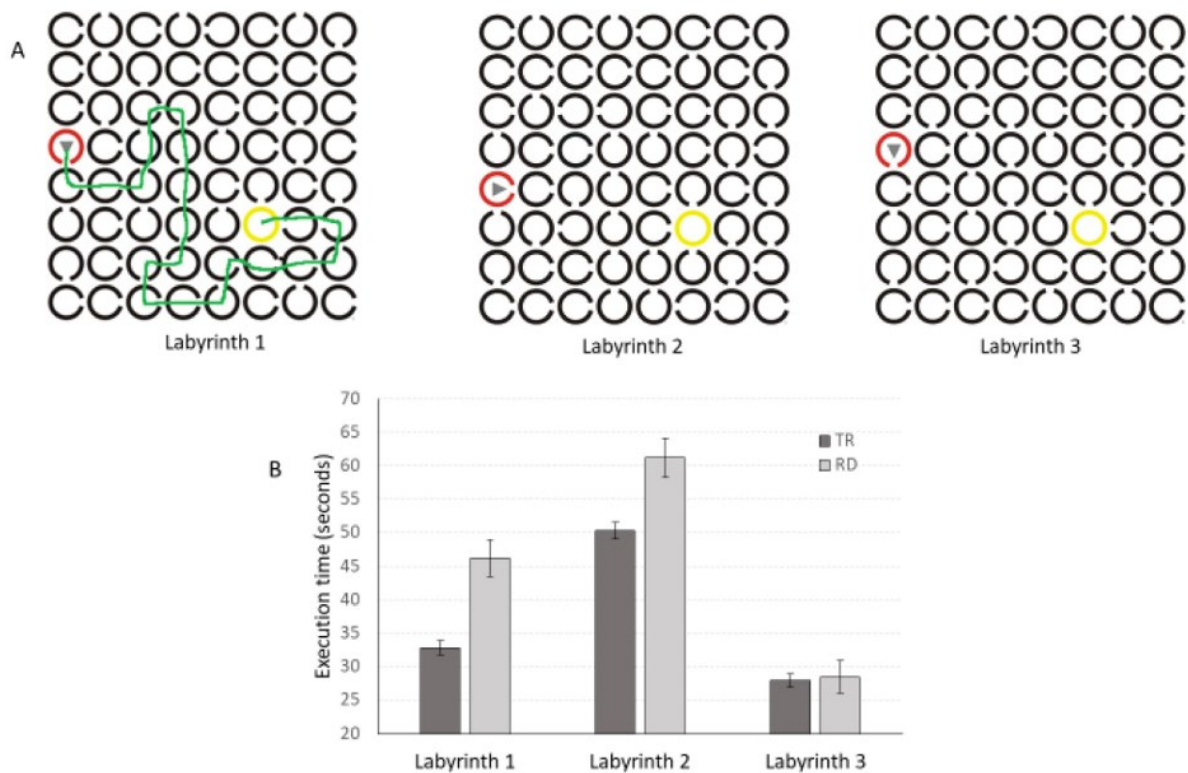


Figura 7. Riquadro (A): Rappresentazione dei tre labirinti che compongono il compito di attenzione visuo-spaziale. Nel primo labirinto è rappresentato un esempio di esecuzione corretta; pannello (B): Tempi di esecuzione (media in secondi) nei lettori tipici (TRs) e nei bambini con difficoltà di lettura (RDs) nei tre labirinti. Le barre di errore rappresentano gli errori standard della media. Fonte: Franceschini et al. 2022.

## **CAPITOLO 4**

### **Discussione**

#### **4.1 Analisi dei limiti della letteratura**

La letteratura che concerne i disturbi specifici di apprendimento, inclusa la dislessia, è soggetta a diversi fattori che ne influenzano la qualità complessiva. Un primo aspetto da considerare è il cambiamento nel criterio diagnostico nel corso degli anni: mentre i lavori più datati spesso si basano sulla discrepanza tra le performance specifiche e il Quoziente Intellettivo (QI) per diagnosticare il disturbo di apprendimento, le ricerche più recenti si orientano verso una caduta significativa rispetto alle aspettative per l'età cronologica (Petretto e Masala, 2017).

Inoltre, nel mondo, per quanto concerne la dislessia, esiste solo un relativo accordo sulla definizione e sui criteri diagnostici utilizzati in ambito clinico e di ricerca (Grunke e Cavendish 2016).

La difficoltà nell'ottenere misurazioni affidabili delle funzioni cognitive rappresenta un altro ostacolo. I test e i paradigmi sperimentali sviluppati per valutare specifiche funzioni cognitive spesso coinvolgono anche altre funzioni adiacenti e richiedono l'attivazione delle funzioni di base come l'attenzione e la memoria, il cui livello di efficienza può variare e rendere le prestazioni difficilmente valutabili (Skottun, 2015). La variazione delle modalità di presentazione dei compiti e delle risposte può altresì influenzare i risultati. Alcuni test vengono utilizzati in contesti diversi per valutare aspetti differenti; ad esempio, la prova RAN, che

normalmente viene usata per indagare la capacità di automatizzazione, può essere considerata anche come misura dell'efficienza del sistema di elaborazione fonologica o della competenza lessicale. Inoltre, la comorbidità tra diversi disturbi specifici di apprendimento e tra tali disturbi e altri disturbi del neurosviluppo rappresenta un ulteriore fattore da considerare. Alcuni studi escludono i soggetti con comorbidità, fornendo così una descrizione dei dislessici "puri", mentre altri non specificano chiaramente la presenza di eventuali comorbidità, rendendo le popolazioni studiate distanti da quelle tipicamente osservate in ambito clinico, dove la comorbidità è frequente. (ISS, 2021).

Nei prossimi paragrafi verranno esposti i principali limiti emersi dalla presente rassegna di studi sperimentali che indagano l'attenzione visuo-spaziale nella dislessia. In particolare, verranno fatte delle considerazioni riguardo le modalità di selezione dei partecipanti, i criteri di inclusione ed esclusione, i paradigmi sperimentali utilizzati per indagare determinati costrutti, le modalità della diagnosi e verrà argomentato il motivo per cui questi fattori contribuiscano alla variabilità nella ricerca sulla dislessia.

#### **4.1.1 Caratteristiche dei partecipanti e criteri di inclusione**

Un primo elemento da considerare, che concorre alla variabilità dei campioni, è che nei 14 studi considerati nella presente rassegna, sono stati adottati diversi criteri per la selezione dei partecipanti.

Innanzitutto, ben cinque studi (Brannan & Williams 1987; Hari et al. 1999; Iles, Walsh and Richardson, 2000; Buchholz & Davies 2005; Jones et al. 2008) non riportano i criteri di inclusione o di esclusione. Nonostante in questi studi normalmente venga specificato che il gruppo dei dislessici ha ricevuto una diagnosi di dislessia e che i partecipanti erano abbinati per

genere, età e QI, non si può essere certi che questi partecipanti non presentino anche delle comorbidità, ad esempio, con altri disturbi neurologici, psichiatrici o comportamentali.

Vidyasagar & Pammer 1999; Sireteanu et al. 2008; Franceschini et al. 2022 riportano quattro criteri di inclusione. Ruffino et al. 2014; Facoetti et al. 2006; Facoetti et al. 2000 ne riportano cinque; Casco & Prunetti 1996 ne riportano sei; Nguyen et al. 2021 ne riportano sette e Facoetti & Turatto, 2000 ne riportano otto. Nonostante al primo esame possano sembrare molti i criteri di inclusione, la maggior parte degli studi che ne riporta più di cinque include, tra questi, anche dei criteri di inclusione che, per porre diagnosi di dislessia, devono necessariamente essere presenti. Un esempio è costituito da criteri come “quoziente intellettivo totale superiore a 85”, “normale frequenza scolastica”, oppure “assenza di problemi visivi o uditivi” che si presume siano presenti anche negli studi in cui questi non siano stati indicati, dal momento che sono indispensabili per porre una diagnosi di dislessia.

Più interessanti risultano invece criteri come quelli dello studio di Nguyen et al. 2021 che considerano l'acuità visiva normale o corretta, errori di rifrazione contenuti, la buona salute degli occhi, una normale visione binoculare nei test per l'accomodamento, una normale convergenza e stereopsi, l'assenza di ADHD o autismo. Lì dove vi sono criteri di inclusione ed esclusione ben definiti, si può, con buona probabilità, essere certi del fatto che non vi siano comorbidità. Ciò è importante soprattutto alla luce del fatto che la dislessia presenta un'alta comorbidità con altri disturbi del neurosviluppo, e in particolar modo con il disturbo da deficit di attenzione e iperattività.

Anche criteri di inclusione come l'essere madre lingua o non avere difficoltà linguistiche risultano rilevanti nella ricerca sulla dislessia, poiché la capacità di lettura è influenzata dalle abilità linguistiche e può variare in base alle caratteristiche dell'idioma considerato. Tuttavia, solo gli studi di Casco e Prunetti 1996 e di Facoetti e colleghi del 2006 hanno applicato questi

criteri, altri studi, invece, come quello di Sireteanu e colleghi 2008, si limitavano a segnalare la provenienza indicativa dei partecipanti, senza tuttavia specificare se i partecipanti avessero una buona padronanza della lingua.

Per quanto riguarda la numerosità del campione, in media i partecipanti sono una trentina, fa eccezione lo studio di Franceschini e colleghi che recluta 398 bambini.

Di tutti gli studi considerati, solo quello di Nguyen e colleghi, del 2021, dichiara di aver eseguito una power analysis per determinare la numerosità campionaria a priori, per rilevare l'effetto nel campione.

#### **4.1.2 Le modalità di diagnosi**

Per quanto riguarda la dislessia evolutiva, tutt'ora nel mondo non si è riusciti a trovare un accordo definitivo né sulla definizione, né sui criteri diagnostici da adottare in ambito clinico e di ricerca (Williams et al. 2016). In aggiunta a ciò, bisogna considerare che nel corso degli anni i manuali diagnostici internazionali si sono susseguiti, cambiando di volta in volta i criteri per porre diagnosi di dislessia. Ad esempio, nel passaggio dal DSM-IV al DSM-V sono state apportate importanti modifiche ai criteri diagnostici, con l'eliminazione del "principio di discrepanza". Questo principio prevedeva che la dislessia venisse diagnosticata in base alla discrepanza tra le abilità cognitive generali (in norma), il livello di scolarizzazione (adeguato) e le abilità specifiche di lettura che risultavano, invece, compromesse (Peretto, Masala, 2017). Nel 2013, il DSM-V, ha introdotto un approccio basato sulla risposta all'intervento (Per approfondimenti su questo argomento, si veda anche Capitolo 1, Paragrafo 1). Nella presente rassegna, è dunque necessario tenere in considerazione a che criteri fanno riferimento gli studi, in base ai manuali diagnostici internazionali in vigore negli anni in cui venivano svolti.



Nella valutazione della dislessia evolutiva, diversi fattori giocano un ruolo cruciale. Uno di questi riguarda la natura della lingua stessa: se essa è trasparente come l'italiano, dove ogni grafema corrisponde ad un fonema e le eccezioni sono limitate, oppure opaca come l'inglese, dove la corrispondenza tra grafemi e fonemi non è così evidente. Questa differenza linguistica può influenzare le manifestazioni della dislessia. Infatti, l'insegnamento della lettura in diverse lingue inizia spesso con l'apprendimento delle lettere. I bambini che imparano a leggere in lingue con ortografie coerenti, come l'italiano e lo spagnolo, tendono ad imparare più rapidamente. Questo perché la segmentazione delle parole in sillabe è simile alla segmentazione grafemica, agevolando l'apprendimento dell'alfabeto. I bambini che organizzano il loro vocabolario parlato in unità sillabiche hanno un vantaggio nell'apprendere l'alfabetizzazione. Tuttavia, per i bambini che imparano a leggere in lingue con strutture sillabiche più complesse, come il tedesco o l'inglese, la mappatura tra lettere e suoni è più difficile (Goswami, 2002).

Oltre a ciò, ogni nazione ha le proprie linee guida nazionali per la diagnosi di dislessia, nonché test specifici per valutare la lettura nella lingua ufficiale del paese. Questo contribuisce a ulteriori variazioni nelle caratteristiche e nei metodi di diagnosi della dislessia ed è necessario tenere anche questo aspetto in considerazione, dal momento che gli studi della rassegna provengono da sei paesi diversi. Gli studi di Brannan e William; Vidyasagar e Pammer; Iles, Walsh and Richardson; Buchholz e Davies; Jones e colleghi; Nguyen e colleghi, fanno riferimento alla lingua anglosassone; infatti, i paesi in cui sono stati condotti sono l'Australia, l'Inghilterra e gli Stati Uniti. Gli studi di Casco e Prunetti, i gruppi di lavoro di Facchetti e Turatto, di Franceschini e di Ruffini si riferiscono alla lingua italiana. Lo studio di Sireteanu e colleghi è in lingua tedesca ed è stato condotto in Germania, mentre lo studio di Hari e colleghi è in lingua finlandese.

Un altro elemento da considerare è il criterio utilizzato per stabilire la diagnosi di dislessia. Alcuni studi fanno riferimento a deviazioni standard, identificando i soggetti dislessici come

coloro che ottengono risultati nei test di lettura al di sotto di due deviazioni standard dalla norma. Altri, invece, considerano il divario tra le capacità di lettura del bambino e quelle previste per la sua età cronologica, spesso indicando un ritardo di almeno due anni nelle abilità di lettura.

Quasi tutti gli studi indicano quali erano i test standardizzati che sono stati somministrati ai partecipanti per verificare il disturbo di lettura. Alcuni studi specificano anche i parametri considerati, come l'accuratezza e la velocità di lettura, oltre che precisare in quante prove i partecipanti scendevano sotto la soglia limite (solitamente almeno due prove di lettura sotto il cut-off per diagnosticare la dislessia).

In altri studi veniva semplicemente dichiarato che i partecipanti avevano una storia dislessia o che erano già stati diagnosticati in precedenza da psicologi, senza fornire ulteriori dettagli, come nello studio di Hari e colleghi 1999 o in quello di Jones e colleghi 2008. In quest'ultimo studio, nonostante sia esplicitato che i dislessici erano valutati da psicologi o reclutati attraverso l'ufficio universitario per la disabilità, vengono comunque proposti ai partecipanti dei test per quantificare le abilità di lettura.

Nello studio condotto da Vidyasagar e Pammer nel 1999, il gruppo di controllo era formato da bambini che i loro insegnanti consideravano abili lettori, ma non sono stati sottoposti agli stessi test utilizzati per valutare i bambini con dislessia. Questa mancanza di coerenza nei test ha reso più complicata la valutazione delle loro abilità di lettura. Inoltre, c'era il rischio che il gruppo di controllo non fosse del tutto rappresentativo, poiché la valutazione dei partecipanti si basava esclusivamente sul giudizio soggettivo degli insegnanti, senza l'uso di test psicometrici.

In sintesi, la diagnosi di dislessia e la valutazione delle abilità di lettura nei partecipanti degli studi inclusi nella revisione richiedono la considerazione di numerosi fattori. Questi fattori potrebbero portare a campioni di dislessici che non sono del tutto puri e confrontabili, poiché ci sono molte variabili significative da considerare.

## **4.2 Vantaggi della ricerca e risvolti applicativi**

L'identificazione e la comprensione del deficit di attenzione visuo-spaziale nella dislessia evolutiva ha delineato un quadro più completo delle cause e dei meccanismi sottostanti a tale condizione. Inoltre, in ambito applicativo, ha portato un contributo per quanto riguarda la prevenzione e il trattamento della dislessia evolutiva.

Nonostante per molti anni abbia dominato l'ipotesi fonologica tra le cause di dislessia, quello che è emerso dalla letteratura, invece, è che ci sono prove emergenti che i problemi fonologici e la compromissione della lettura derivano entrambi da una scarsa codifica visiva. È stato dunque ipotizzato che i meccanismi attentivi, controllati dalla via dorsale magnocellulare, aiutano nella scansione seriale delle lettere e qualsiasi deficit in questo processo causerà una cascata di effetti, tra cui disturbi nell'elaborazione visiva dei grafemi, la loro traduzione in fonemi e impatterà sullo sviluppo della consapevolezza fonemica. Il deficit critico nella dislessia evolutiva potrebbe essere quello che colpisce i meccanismi focali di attenzione visiva essenziali per una lettura efficiente. La scarsa consapevolezza fonologica osservata nella maggior parte dei dislessici potrebbe non essere la causa della difficoltà di lettura, ma potrebbe esserne la conseguenza. Questa visione della dislessia localizza il deficit centrale all'interno del sistema visivo e apre la strada a nuove strategie per la diagnosi precoce e il trattamento (Vidyasagar e Pammer 2010).

Nel contesto degli approcci pratici, la letteratura concorda sull'importanza di includere, nella valutazione dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento, le funzioni cognitive come le competenze visuospatiali, l'attenzione (in particolare quella visiva) e la memoria di lavoro visuo-spaziale. Questa raccomandazione è supportata anche dalle linee guida del 2022 sui DSA, emanate dall'Istituto Superiore di Sanità.

La ricerca sull'attenzione visuo-spaziale nella dislessia ha anche influenzato le strategie di prevenzione. Uno studio condotto da Gori, Bertoni e colleghi nel 2016 ha dimostrato che anche solo venti ore di gioco con un videogioco d'azione, senza contenuti fonologici o ortografici, hanno migliorato indicatori visivi e uditivi associati alla lettura in bambini pre-lettori a rischio di dislessia. Questi risultati suggeriscono che un intervento sull'attenzione visuo-spaziale potrebbe essere efficace nella prevenzione della dislessia, aprendo nuove prospettive per l'intervento precoce.

Per quanto riguarda il trattamento della dislessia, vi sono evidenze di interventi che hanno portato a miglioramenti nell'orientamento uditivo e visivo dell'attenzione nei bambini con dislessia evolutiva. Studi indicano che giocare ai videogiochi d'azione migliora significativamente tale orientamento (Green & Bavelier, 2003; Green, Pouget, & Bavelier, 2010). Questi giochi, con la loro alta velocità di eventi e movimenti, il carico percettivo e motorio e l'elaborazione periferica, stimolano principalmente la via dorsale magnocellulare. Vari studi, tra cui quello di Franceschini et al. (2013), confermano che il training con i videogiochi d'azione migliora la decodifica fonologica di base e il riconoscimento lessicale nei bambini con dislessia evolutiva. Questi risultati aprono la strada all'utilizzo dei videogiochi d'azione come possibile metodo di allenamento nella gestione della dislessia evolutiva, confermati anche in presenza di comorbilità con la discalculia (Gori, Tait et al., 2014).

Sempre per quanto riguarda il trattamento della dislessia, nella sua rassegna del 2018, Stein cita, tra i vari studi sul training, quello di Lawton, che ha addestrato il sistema magnocellulare riducendo il contrasto necessario per la discriminazione figura/sfondo di griglie sinusoidali in movimento verso sinistra o verso destra rispetto a uno sfondo stazionario. Ha confrontato questo addestramento, che non prevedeva alcuna componente di lettura, con una procedura atta a migliorare l'elaborazione fonologica, scoprendo che il training magnocellulare è stato seguito

da notevoli miglioramenti nell'accuratezza e nella fluidità della lettura, mentre il programma fonologico ha avuto un impatto molto limitato (Lawton, 2016).

In sintesi, la letteratura ha evidenziato il ruolo causale dell'attenzione visuo-spaziale e dei deficit nella via magnocellulare-dorsale nella dislessia evolutiva. Questo suggerisce che identificare cause diverse dalla consapevolezza fonologica sia fondamentale, considerando l'insuccesso nel trovare una singola causa per la dislessia evolutiva. Secondo diversi studi, i training dell'attenzione e della via visiva dorsale, nonostante necessitino di ulteriori validazioni, sembrano essere efficaci nel trattare la dislessia evolutiva. Una combinazione di questi trattamenti in aggiunta a quelli più tradizionali potrebbe migliorare ulteriormente la lettura per i bambini con dislessia evolutiva. Inoltre, la possibilità di valutare e intervenire su eventuali deficit nell'attenzione visiva durante l'infanzia apre la strada a programmi più efficaci di prevenzione della dislessia evolutiva

#### **4.3 Implicazioni per la ricerca futura**

Le implicazioni per la ricerca futura sul ruolo dell'attenzione visuo-spaziale nella dislessia evolutiva sono di fondamentale importanza, considerando la complessità e le criticità presenti nella letteratura sui disturbi specifici di apprendimento. Nonostante i benefici emersi dalla ricerca sul deficit dell'attenzione visuo-spaziale, descritti nel precedente paragrafo, e le evidenze sull'efficacia del trattamento basato sul training visivo, è evidente che ci sia ancora molto da fare per chiarire la teoria magnocellulare e il conseguente deficit di attenzione visuo-spaziale.

Per garantire una ricerca di maggiore qualità e uniformità, è essenziale per prima cosa raggiungere un accordo globale sulla definizione e sui criteri diagnostici della dislessia evolutiva, che ad oggi ancora manca.

Al fine di creare campioni meno eterogenei e più confrontabili è fondamentale adottare criteri di inclusione e/o esclusione più omogenei e prevedere rigorosi metodi di reclutamento dei partecipanti.

Per valutare in modo oggettivo le capacità di lettura e identificare la dislessia con precisione, è necessario utilizzare test standardizzati e raccomandati dalle linee guida nazionali, basate su quanto indicato dai principali manuali diagnostici internazionali. La scelta della soglia limite di performance (cut-off) e il numero di prove necessarie per diagnosticare la dislessia dovrebbero essere definiti in base a queste linee guida, per rendere la diagnosi più affidabile e meno soggettiva.

Solo attraverso una maggiore attenzione al rigore metodologico si potrà garantire il progresso nella comprensione della dislessia evolutiva e nel miglioramento delle strategie di intervento per coloro che ne sono affetti. È indispensabile che la ricerca futura si concentri su questi aspetti, al fine di contribuire a una letteratura di più alta qualità e di maggiore rilevanza scientifica.

## Bibliografia

- American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.). Online version style: <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425787>
- Ansari, D., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Atypical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective. *Trends in cognitive sciences*, 6(12), 511–516. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(02\)02040-5](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)02040-5)
- APA, American Psychiatric Association, (2013), *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-4085*, V ed., Washington, DC, APA; trad. it. *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, DSM-5*, Milano, Cortina, 2014.
- Atkinson, J. (1991). *Visual crowding in dyslexia*. (J. F. Stein, Ed.), Vision and Visual Dyslexia. London, UK: Macmillan.
- Barbiero, C., Lonciari, I., Montico, M., Monasta, L., Penge, R., Vio, C., Tressoldi, P.E., Ferluga, V., Bigoni, A., Tullio, A., Carrozzi, M., Ronfani, L., CENDi e FVGwg (2012), The submerged dyslexia iceberg: How many school children are not diagnosed? Results from an Italian Study, *PLoS One*, 7, 10, e48082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048082>

- Berti, A.E. & Bombi, A.S. (2018). *Corso di psicologia dello sviluppo*. Quarta edizione. Il Mulino.
- Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, *104*(2), 198–230. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.05.009>
- Brannan, J. R., & Williams, M. C. (1987). Allocation of visual attention in good and poor readers. *Perception & psychophysics*, *41*(1), 23–28. <https://doi.org/10.3758/bf03208209>
- Bruck, M. (1992). Persistence of dyslexics' phonological awareness deficits. *Developmental Psychology*, *28*(5), 874–886. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.28.5.874>
- Buchholz, J., & Aimola Davies, A. (2005). Adults with dyslexia demonstrate space-based and object-based covert attention deficits: shifting attention to the periphery and shifting attention between objects in the left visual field. *Brain and cognition*, *57*(1), 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.017>
- Carroll, J. M., Solity, J., & Shapiro, L. R. (2016). Predicting dyslexia using prereading skills: the role of sensorimotor and cognitive abilities. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*, *57*(6), 750–758. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12488>
- Casco, C., & Prunetti, E. (1996). Visual search of good and poor readers: Effects with targets having single and combined features. *Perceptual and Motor Skills*, *82*(3, Pt 2), 1155–1167. <https://doi.org/10.2466/pms.1996.82.3c.1155>
- Cho, J. R., & Ji, Y. K. (2011). Cognitive profiles of Korean poor readers. *Dyslexia (Chichester, England)*, *17*(4), 312–326. <https://doi.org/10.1002/dys.439>



- Cornelissen, P., Bradley, L., Fowler, S., & Stein, J. (1991). What children see affects how they spell. *Dev Med-Child-Neurol*, 33(8), 755–762 <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1991.tb14959.x>
- Cornelissen, P., Richardson, A., Mason, A., Fowler, S., & Stein, J. (1995). Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision research*, 35(10), 1483–1494. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(95\)98728-r](https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)98728-r)
- Cornoldi, C. (2023). *I disturbi dell'apprendimento*, Seconda edizione. Il Mulino.
- Cornoldi, C., Kolpo, M., Gruppo, M. T. (1981) *La verifica della lettura*. Firenze: O. S.: Firenze.
- Cornoldi, C. & Tressoldi, P., (2014). *Linee guida per la diagnosi dei profili di dislessia e disortografia previsti dalla legge 170: Invito a un dibattito*. Psicologia Clinica dello Sviluppo, vol. 18, n 1, pp 75-92.
- Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., & Kolinsky, R. (2015). Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nature reviews. Neuroscience*, 16(4), 234–244. <https://doi.org/10.1038/nrn3924>
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid "automatized" naming (R.A.N): dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471–479. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(76\)90075-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(76)90075-0)
- Elman, J.L., Bates, E.A., Johnson, M., H., Karmiloff-Smith, A., Parisi, D., Plunkett, A. (1996). Rethinking innateness: A Connectionist Perspective on Development. *Cambridge, MA, MIT Press*. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0272263198333070>
- Facoetti, A., Corradi, N., Ruffino, M., Gori, S., & Zorzi, M. (2010). Visual spatial attention and speech segmentation are both impaired in preschoolers at familial risk for developmental

- dyslexia. *Dyslexia: An International Journal of Research and Practice*, 16(3), 226–239. <https://doi.org/10.1002/dys.413>
- Facoetti, A., Franceschini, S., & Gori, S. (2019). Role of Visual Attention in Developmental Dyslexia. *Developmental Dyslexia across Languages and Writing Systems*. DOI:[10.1017/9781108553377.014](https://doi.org/10.1017/9781108553377.014)
- Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., Mascetti, G. G., (2000), Visual-Spatial Attention in Developmental Dyslexia, *Cortex*, 36 (1), 109–123, [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70840-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70840-2).
- Facoetti, A., Trussardi, A. N., Ruffino, M., Lorusso, M. L., Cattaneo, C., Galli, R., Molteni, M., Zorzi, M., (2009) Multisensory Spatial Attention Deficits Are Predictive of Phonological Decoding Skills in Developmental Dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience* ; 22 (5): 1011–1025. doi: <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21232>
- Facoetti, A., & Turatto, M. (2000). Asymmetrical visual fields distribution of attention in dyslexic children: a neuropsychological study. *Neuroscience letters*, 290(3), 216–218. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(00\)01354-9](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(00)01354-9)
- Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., Umiltà, C., & Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive neuropsychology*, 23(6), 841–855. <https://doi.org/10.1080/02643290500483090>
- Fawcett, A., & Nicolson, R. (1998). *The Dyslexia Adult Screening Test*. The Psychological Corporation. UK: Harcourt Brace & Company.

- Flint, S., & Pammer, K. (2019). It is the egg, not the chicken; dorsal visual deficits present in dyslexia are not present in illiterate adults. *Dyslexia (Chichester, England)*, 25(1), 69–83. <https://doi.org/10.1002/dys.1607>
- Franceschini, S., & Bertoni, S. (2019). Improving action video games abilities increases the phonological decoding speed and phonological short-term memory in children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.10.023>
- Franceschini, S., Bertoni, S., Puccio, G., Gori, S., Termine, C., & Facoetti, A. (2022). Visuo-spatial attention deficit in children with reading difficulties. *Scientific reports*, 12(1), 13930. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16646-w>
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current biology: CB*, 22(9), 814–819. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.013>
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current biology: CB*, 23(6), 462–466. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.01.044>
- Galaburda, A. M., Menard, M. T., & Rosen, G. D. (1994). Evidence for aberrant auditory anatomy in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(17), 8010–8013. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.17.8010>
- Giofrè, D., Toffalini, E., Altoè, G. e Cornoldi, C. (2017), Intelligence measures as diagnostic tools for children with specific learning disabilities, *Intelligence*, 61, pp. 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.01.014>

- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in neurosciences*, 15(1), 20–25. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(92\)90344-8](https://doi.org/10.1016/0166-2236(92)90344-8)
- Gori, S., Bertoni, S., Sali, M. E. et al. (2016). Dyslexia prevention by action video game training: Behavioural and neurophysiological evidence. *Journal of Vision*, 16, 489. <https://dx.doi.org/10.1167/16.12.489>.
- Gori, S., Cecchini, P., Bigoni, A., Molteni, M., & Facoetti, A. (2014). Magnocellular-dorsal pathway and sub-lexical route in developmental dyslexia. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 460. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00460>
- Gori, S., Seitz, A. R., Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. (2016). Multiple Causal Links Between Magnocellular-Dorsal Pathway Deficit and Developmental Dyslexia. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 26(11), 4356–4369. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv206>
- Gori, S., Tait, M., Franceschini, S. et al. (2014, July). Dyscalculia remediation by action video games. Abstract Number: FENS-3332. Poster session presented at Forum of Neuroscience (FENS), Milan, Italy.
- Goswami, U. (2002). Phonology, reading development and dyslexia: A cross-linguistic perspective. *Annals of Dyslexia*, 52, 141–163. <https://doi.org/10.1007/s11881-002-0010-0>
- Goswami, U., & Bryant, P. (1990). *Phonological Skills and Learning to Read* (1st ed.). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315785110>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423, 534–537.

- Green, C. S., Pouget, A., & Bavelier, D. (2010). Improved probabilistic inference as a general learning mechanism with action video games. *Current Biology*, 20, 1573–1579. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2010.07.040>.
- Griffin, J. R., Walton, H. N., & Erickson, G. (1981). *Dyslexia determination test (DDT)*. Instructional Materials and Equipment Distributors, Los Angeles, CA.
- Grunke M, Cavendish W (2016) Learning disabilities around the globe: making sense of the heterogeneity of the different point of viewpoints. *Learning Disabilities: a contemporary Journal* 14: 1-8. <https://doi.org/10.1080/08856257.2019.1646958>
- Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 525–532. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01801-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01801-5)
- Hari, R., Valta, M., Uutela, K., Prolonged attentional dwell time in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, 271 (3), 202-204. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(99\)00547-9](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00547-9)
- Hatcher, J., Snowling, M. J., & Griffiths, Y. M. (2002). Cognitive assessment of dyslexic students in higher education. *The British journal of educational psychology*, 72(Pt 1), 119–133. <https://doi.org/10.1348/000709902158801>
- Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M. (1998). Visual search has no memory. *Nature*, 394(6693), 575–577. <https://doi.org/10.1038/29068>
- Iles, J., Walsh, V. and Richardson, A. (2000), Visual search performance in dyslexia. *Dyslexia*, 6:163-177. [https://doi.org/10.1002/1099-0909\(200007/09\)6:3<163::AID-DYS150>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1099-0909(200007/09)6:3<163::AID-DYS150>3.0.CO;2-U)

- Istituto superiore di sanità (2021), *Linea Guida sulla gestione dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento. Aggiornamento e integrazioni*. [https://snlg.iss.it/wp-content/uploads/2022/03/LG-389-AIP\\_DSA.pdf](https://snlg.iss.it/wp-content/uploads/2022/03/LG-389-AIP_DSA.pdf).
- Jastak, S., & Wilkinson, G. (1984). *Wide-Range Achievement Test revised*. Wilmington, DE: Jastak Associates
- Johnson, D.J. (1988), Review of research on specific reading, writing and mathematics disorders, in J.F. Kavanagh e T.J. Truss (a cura di), *Learning Disabilities*, Parkton, MD, York Press, pp. 79-163.
- Johnson M. H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature reviews. Neuroscience*, 2(7), 475–483. <https://doi.org/10.1038/35081509>
- Jones, M. W., Branigan, H. P., & Kelly, M. L. (2008). Visual deficits in developmental dyslexia: relationships between non-linguistic visual tasks and their contribution to components of reading. *Dyslexia (Chichester, England)*, 14(2), 95–115. <https://doi.org/10.1002/dys.345>
- Karmiloff-Smith A. (1998). Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends in cognitive sciences*, 2(10), 389–398. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(98\)01230-3](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(98)01230-3)
- Karmiloff-Smith, A., Scerif, G., & Ansari, D. (2003). Double dissociations in developmental disorders? Theoretically misconceived, empirically dubious. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 39(1), 161–163. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(08\)70091-1](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(08)70091-1)
- Landerl, K., Wimmer, H. (2008). Development of word reading fluency and spelling in a consistent orthography: an 8-year follow-up. *Journal of educational psychology*, vol.100, n.1, pp. 150-161. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.150>

- Lawton, T. (2016). Improving Dorsal Stream Function in Dyslexics by Training Figure/Ground Motion Discrimination Improves Attention, Reading Fluency, and Working Memory. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 397. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00397>
- Livingstone, M. S., Rosen, G. D., Drislane, F. W., & Galaburda, A. M. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 88(18), 7943–7947. <https://doi.org/10.1073/pnas.88.18.7943>
- Lobier, M., Zoubrinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 48(6), 768–773. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.09.003>
- Lovegrove, W. J., Bowling, A., Badcock, D., & Blackwood, M. (1980). Specific reading disability: differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency. *Science (New York, N.Y.)*, 210(4468), 439–440. <https://doi.org/10.1126/science.7433985>
- Lum, C., Cox, R., Kilgour, J., Snowling, M., & Haywood, S. (2005). Universities of Sussex, Edinburgh and York. PATSy: A database of clinical cases for teaching and research. Retrieved from <http://www.patsy.ac.uk> (December 2005)
- Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of vision*, 9(4), 1–18. <https://doi.org/10.1167/9.4.14>
- McCandliss, B. D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2003). The visual word form area: expertise for reading in the fusiform gyrus. *Trends in cognitive sciences*, 7(7), 293–299. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(03\)00134-7](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(03)00134-7)
- Menghini, D., Finzi, A., Benassi, M., Bolzani, R., Facoetti, A., Giovagnoli, S., Ruffino, M., & Vicari, S. (2010). Different underlying neurocognitive deficits in developmental dyslexia:

- a comparative study. *Neuropsychologia*, 48(4), 863–872.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.11.003>
- Miles, T. R. (1993). *Dyslexia: The pattern of difficulties* (2nd ed.). London: Whurr.
- Milner, A. D., & Goodale, M. A. (2006). *The visual brain in action* (2nd ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198524724.001.0001>
- Moore, E., Cassim, R., & Talcott, J. B. (2011). Adults with dyslexia exhibit large effects of crowding, increased dependence on cues, and detrimental effects of distractors in visual search tasks. *Neuropsychologia*, 49(14), 3881–3890. Retrieved from <http://ukpmc.ac.uk/abstract/MED/22019772>
- Nguyen, B. N., Kolbe, S. C., Verghese, A., Nearchou, C., McKendrick, A. M., Egan, G. F., & Vidyasagar, T. R. (2021). Visual search efficiency and functional visual cortical size in children with and without dyslexia. *Neuropsychologia*, 155, 107819. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107819>
- Noble D. (2015). Conrad Waddington and the origin of epigenetics. *The Journal of experimental biology*, 218(Pt 6), 816–818. <https://doi.org/10.1242/jeb.120071>
- Pennington, B.F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101, 385–413. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.04.008>
- Pennington, B.F., Santerre-Lemmon, L., Rosenberg, J., MacDonald, B., Boada, R., Friend, A., Olson, R. K. (2012). Individual prediction of dyslexia by single versus multiple deficit models. *Journal of Abnormal Psychology*, 121, 212–224. <https://doi.org/10.1037/a0025823>
- Petretto, D.R., & Masala, C. (2017). Dyslexia and Specific Learning Disorders: New International Diagnostic Criteria. <https://doi.org/10.4172/2472-1786.100057>



- Posner M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 32(1), 3–25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Provazza, S., Adams, A. M., Giofrè, D., & Roberts, D. J. (2019). Double Trouble: Visual and Phonological Impairments in English Dyslexic Readers. *Frontiers in psychology*, 10, 2725. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02725>
- Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. *Journal of communication disorders*, 34(6), 479–492. [https://doi.org/10.1016/s0021-9924\(01\)00060-0](https://doi.org/10.1016/s0021-9924(01)00060-0)
- Rack, J.P. (2017), Dyslexia: The phonological deficit hypothesis, in A. Fawcett e R. Nicolson (a cura di), *Dyslexia in Children*, New York-London, Routledge, pp. 5-37.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13, pp. 212-218.
- Ramus F. (2004). Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends in neurosciences*, 27(12), 720–726. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2004.10.004>
- Raven, J. C. (1958). *Advanced progressive matrices*. London: Lewis & Co. Ltd.
- Ruffino, M., Gori, S., Boccardi, D., Molteni, M., & Facoetti, A. (2014). Spatial and temporal attention in developmental dyslexia. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 331. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00331>
- Saksida, A., Iannuzzi, S., Bogliotti, C., Chaix, Y., Démonet, J.-F., Bricout, L., Billard, C., Nguyen-Morel, M.-A., Le Heuzey, M.-F., Soares-Boucaud, I., George, F., Ziegler, J. C., & Ramus, F. (2016). Phonological skills, visual attention span, and visual stress in

- developmental dyslexia. *Developmental Psychology*, 52(10), 1503–1516. <https://doi.org/10.1037/dev0000184>
- Sigurdardottir, H.M., Fridriksdottir, L.E., Gudjonsdottir, S. e Kristjánsson, Á. (2018), Specific problems in visual cognition of dyslexic readers: Face discrimination deficits predict dyslexia over and above discrimination of scrambled faces and novel objects, *Cognition*, 175, pp. 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.02.017>
- Sigurdardottir, H.M., Ívarsson, E., Kristinsdóttir, K. e Kristjánsson, Á. (2015), Impaired recognition of faces and objects in dyslexia: Evidence for ventral stream dysfunction?, *Neuropsychology*, 29, 5, p. 739. <https://doi.org/10.1037/neu0000188>
- Sigurdardottir, H.M., Ólafsdóttir, I.M. e Devillez, H. (2021), Words as visual objects: Neural and behavioral evidence for high-level visual impairments in dyslexia, *Brain Sciences*, 11, 11, p. 1427. <https://doi.org/10.3390/brainsci11111427>
- Sireteanu, R., Goebel, C., Goertz, R., Werner, I., Nalewajko, M., & Thiel, A. (2008). Impaired serial visual search in children with developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145, 199–211. <https://doi.org/10.1196/annals.1416.021>
- Sirois, S., Spratling, M., Thomas, M. S., Westermann, G., Mareschal, D., & Johnson, M. H. (2008). Précis of neuroconstructivism: how the brain constructs cognition. *The Behavioral and brain sciences*, 31(3), 321–356. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0800407X>
- Skottun B. C. (2015). The need to differentiate the magnocellular system from the dorsal stream in connection with dyslexia. *Brain and cognition*, 95, 62–66. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.01.001>

- Skoyles, J., & Skottun, B. C. (2004). On the prevalence of magnocellular deficits in the visual system of non-dyslexic individuals. *Brain Lang*, 88(1), 79–82. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)001627](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)001627)
- Snowling M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological research*, 43(2), 219–234. <https://doi.org/10.1007/BF00309831>
- Spache, G. (1981). *Diagnostic Reading Scales*. Monterey, CA: McGraw-Hill.
- Stein J. (2018). The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130,66–77 <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.03.022>
- Stein, J. e Fowler, M.S. (1981), Visual dyslexia, *Trends in Neuroscience*, 1, pp. 77-80. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(81\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0166-2236(81)90026-6)
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20(4), 147–152. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(96\)01005-3](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(96)01005-3)
- Swan, D., & Goswami, U. (1997). Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of experimental child psychology*, 66(1), 18–41. <https://doi.org/10.1006/jecp.1997.2375>
- Talcott, J. B. J. B., Witton, C., Hebb, G. S. G. S., Stoodley, C. J. C. J., Westwood, E. a E. A., France, S. J. S. J., ... Talcott Witton, C., Hebb, G. S., Stoodley, C. J., Westwood, E. A., France, S. J., Hansen, P.C. & Stein, J. F., J. B. (2002). On the relationship between dynamic visual and auditory processing and literacy skills; results from a large primary-school study. *Dyslexia* (Chichester, England), 8(4), 204–25. <https://doi.org/10.1002/dys.224>

- Thelen E. (2000). Grounded in the World: Developmental Origins of the Embodied Mind. *Infancy: the official journal of the International Society on Infant Studies*, 1(1), 3–28. [https://doi.org/10.1207/S15327078IN0101\\_02](https://doi.org/10.1207/S15327078IN0101_02)
- Toffalini, E., Giofrè, D. e Cornoldi, C. (2017), Strengths and weaknesses in the intellectual profile of different subtypes of specific learning disorder, *Clinical Psychological Science*, 5, pp. 402-409. <https://doi.org/10.1177/2167702616672038>
- Toffalini, E., Pezzuti, L. e Cornoldi, C. (2017), Einstein and dyslexia: Is giftedness more frequent in children with a specific learning disorder than in typically developing children?, *Intelligence*, 62, pp. 175-179. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.04.006>
- Valdois, S., Bosse, M.-L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D. e Pellat, J. (2003), Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: Evidence from two case studies, *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 16, pp. 541-572.
- Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia* (Chichester, England), 10(4), 339–363. <https://doi.org/10.1002/dys.284>
- Valenza, E. & Turati, C., (2019). *Promuovere lo sviluppo della mente*. Il Mulino.
- Van den Boer, M., & de Jong, P. F. (2018). Stability of visual attention span performance and its relation with reading over time. *Scientific Studies of Reading*, 22(5), 434–441. <https://doi.org/10.1080/10888438.2018.1472266>

- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (1999). Impaired visual search in dyslexia relates to the role of the magnocellular pathway in attention. *Neuroreport*, *10*(6), 1283–1287. <https://doi.org/10.1097/00001756-199904260-00024>
- Vidyasagar, T. R., & Pammer, K. (2010). Dyslexia: A deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(2), 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.12.003>
- Vinegrad, M. (1994). A revised dyslexia checklist. *Educare*, 48.
- Vio, C., Lo Presti, G., Tressoldi, P., (2022). *Diagnosi dei disturbi specifici dell'apprendimento.*, Erikson.
- Wile, T. L., & Borowsky, R. (2004). What does rapid automatized naming measure? A new RAN task compared to naming and lexical decision. *Brain and language*, *90*(1-3), 47–62. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00419-X](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00419-X)
- Wilkinson, G. (1993) *WRAT-3: Wide range achievement test, administration manual*.
- Williams, J. L., Miciak, J., McFarland, L., & Wexler, J. (2016). Learning disability identification criteria and reporting in empirical research: A review of 2001–2013. *Learning Disabilities Research & Practice*, *31*(4), 221–229. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12119>
- World Health Organization (2021). *International statistical classification of diseases and related health problems (11th ed.)*. [ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics \(who.int\)](https://www.who.int/icsd11)
- Yang, L., Li, C., Li, X., Zhai, M., An, Q., Zhang, Y., Zhao, J., & Weng, X. (2022). Prevalence of Developmental Dyslexia in Primary School Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain sciences*, *12*(2), 240. <https://doi.org/10.3390/brainsci12020240>

## Allegati

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Brannan & Williams (1987).  USA, inglese	173	Misurare la capacità di dirigere l'attenzione attraverso lo spazio visivo in bambini normolettori e dislessici	N= 16 [6 bambini dislessici (4M, 2F, età media 10.6 anni); 6 bambini normolettori (4M, 2 F, età media 10.6 anni); 4 adulti (2M, 2 F, età media 26 anni, di cui uno è tra gli autori dello studio)]. I bambini erano combinati per età e genere, tranne un bambino di 13 anni tra i dislessici.	Non indagate/ non riportate	I dislessici hanno ottenuto una performance di almeno un anno sotto la norma al Diagnostic Reading Scale (Spache, 1981), i normolettori di almeno un anno sopra la norma.	Non indicati	Paradigma di Posner con cue periferico in compito di discriminazione di due lettere. SOA variabile (50, 100, 150 e 170 ms). La probabilità di validità del cue era dell'50% o dell'80%.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	1- Nella condizione di validità del cue all'80% i dislessici non mostrano un aumento dell'accuratezza come accade invece nei normolettori e negli adulti. I dislessici performano uguale nelle condizioni 50% e 80%. 2- A SOA più brevi (50ms) i bambini dislessici sono meno accurati rispetto ai normolettori e agli adulti. 3- I normolettori e gli adulti sono più accurati dei dislessici se il target appare a destra della croce di fissazione. I dislessici erano ugualmente accurati in entrambi i lati.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Casco & Prunetti (1996).  Italia, italiano	105	Stabilire le basi del deficit nel visual search nei dislessici, che si verifica principalmente con stimoli complessi. 1 - Cercare di stabilire se il deficit è generale o specifico della strategia di ricerca (parallela o seriale); 2 - indagare se il deficit dipende dallo stimolo utilizzato	N=30 [15 bambini dislessici (6F, 9M, età media 10 anni); 15 controlli (7F, 8M; età media 11 anni)]. I bambini provengono dalle scuole primarie e secondarie	NO	I dislessici erano stati diagnosticati attraverso un test italiano per la lettura e la comprensione (Cornoldi, Kolpo, & Gruppo, 1981). I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura (sill/sec). I dislessici avevano un ritardo di almeno due anni nell'età di lettura. A tutti i bambini era stata somministrata anche la Primary-Mental Abilities (PMA) o la Wechsler Intelligence Scale for Children. Il test di Snellen era stato somministrato per indagare l'acuità visiva.	6 criteri: a) Intelligenza nella media o sopra la media; b) Performance nelle materie scolastiche nella media o sopra la media; c) Acuità visiva in norma o corretta; d) madre lingua italiana; e) normale frequenza scolastica; f) Assenza di disturbi comportamentali o deprivazioni socioculturali	Diversi paradigmi: 2 esperimenti usano il paradigma del Visual search: parallel e seirial search; 1 esperimento prevede un Cancellation task; 2 esperimenti con gruppi di elementi disponibili in forme.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	1-Non vi sono differenze tra i due gruppi né nel feature né nel conjunction search. 2-Le prestazioni dei due gruppi differiscono nei compiti di ricerca con forme con più caratteristiche: i dislessici hanno difficoltà con stimoli come lettere e forme geometriche che richiedono l'integrazione di caratteristiche all'interno di un modulo del sistema visivo.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Vidyasagar & Pammer, (1999). Australia, inglese	252	Testare l'ipotesi che in una scena visiva affollata la via M è cruciale per focalizzare gli oggetti in maniera seriale nel campo visivo	N=20 [11 bambini dislessici (7M, 4F; Età media 10.3 anni); 9 controlli (6M, 3F; età media: 10.1 anni)]	NO	I dislessici hanno ottenuto una performance di almeno due anni sotto la norma al NEAL Reading Test. Le abilità cognitive generali sono state valutate con il test di RAVENS Standard Progressive Matrices. I normolettori erano consigliati dalle maestre, sulla base delle loro impressioni. A loro non venivano somministrati i test. Per tutti i bambini, la presenza dei criteri di inclusione veniva valutata dalle insegnanti	4 criteri: a) Sviluppo cognitivo nella norma; b) Non presenza di disturbi somatici, cognitivi o sociali; c) Non presenza di difficoltà nel vedere i colori; d) Non presenza di difficoltà attentive di altro genere	Paradigma di visual search: conjunction search per forma e colore. Il set size viene modificato con 10, 24, 36 e 70 distrattori.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	Complessivamente, in entrambi i gruppi, si registrano prestazioni meno accurate se il target è presente e più accurate se il target è assente. All'aumentare dei distrattori l'accuratezza diminuisce e i tempi di reazione aumentano. I tempi di reazione sono significativamente diversi tra dislessici e controlli sia nella condizione target presente che nella condizione di target assente. Nei dislessici, rispetto ai controlli, i tempi di reazione aumentano significativamente all'aumentare del set size nella condizione di target presente.
Hari et al. (1999). Finlandia, finlandese	239	Indagare il tempo di permanenza attentivo nei dislessici, che ipotizzano possa essere prolungato rispetto ai controlli	N=40 [18 adulti con dislessia evolutiva, (12F, 6M; età media: 33.6 anni); 22 controlli adulti (14F, 8M; età media 29.7 anni).] Tutti nativi finlandesi	Non indagate/ non riportate	I dislessici avevano una storia di dislessia e come gruppo erano significativamente più lenti dei controlli nel leggere e nel riconoscimento di lettere	Non indicati	Paradigma RSVP, Rapid Serial Visual Presentation, per vedere l'Attentional Blink.  V.D.: accuratezza	Il tempo di permanenza attentivo è prolungato del 30% nei dislessici adulti rispetto ai controlli. Quindi il target cattura risorse attentive per un tempo consideratamente più lungo nei dislessici (ciò succede anche nei pz affetti da neglect dovuto a danno parietale sx, e infatti nei dislessici è stato osservato un mini left-side neglect in molti studi)



STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Iles, Walsh and Richardson, (2000).  Inghilterra, inglese	141	Testare l'ipotesi che quei dislessici che hanno problemi visivi legati alle funzioni magnocellulari (che hanno una bassa soglia di coerenza al random-dot) mostrano anche problemi visivo-attentivi legati alle funzioni di aree come la corteccia parietale, che sono dominate da input originari del LGN magnocellulare.	N=24 [8 adulti dislessici con alta soglia di sensibilità alla direzione del movimento al random-dot (età media 32 anni; 6M, 2F); 8 adulti dislessici con normale soglia di sensibilità alla direzione del movimento al random-dot (età media 27 anni; 7M, 1F) ; 8 controlli (età media 25 anni; 6M, 2F).] Tutti i partecipanti erano abbinati per genere, età e QI.	Non indagate/ non riportate	I dislessici avevano ricevuto in precedenza una diagnosi di dislessia da psicologi, la quale era stata confermata anche nello studio con la somministrazione di prove di lettura di parole e non parole. La soglia di sensibilità alla direzione di movimento era stata misurata attraverso un random-dot, nello studio di Cornellsen et al 1995 (il campione dei dislessici era infatti lo stesso). Coloro che avevano una soglia di sensibilità alla direzione del movimento innalzata, si discostavano di 1.5 d.s. dalla norma.	Non indicati	8 Visual Search tasks: sia parallel search che conjunction search.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	I dislessici con deficit di coerenza motoria (con alta soglia di sensibilità alla direzione del movimento al random-dot) risultavano compromessi anche nei compiti di ricerca visiva seriale, ma non in quelli di ricerca visiva parallela. I dislessici con prestazioni normali di coerenza motoria non erano compromessi nella ricerca visiva. Il deficit è stato espresso come un aumento dei tempi di reazione, ma non vi è stata alcuna differenza tra i gruppi né nei tassi di errore né nel modo in cui i compiti sono stati classificati in base alla difficoltà

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Facoetti et al. (2000).  Italia, italiano	399	Indagare l'orientamento e la focalizzazione dell'attenzione e visiva nei dislessici	N=30 [10 bambini dislessici (7M, 3F; età media 10 anni); 10 bambini normolettori (7M, 3F; età media 9.4 anni); 10 adulti normolettori (5M, 5F; età media 30 anni).] I bambini erano abbinati per età e QI.	NO	I dislessici erano stati diagnosticati attraverso un test italiano standardizzato per la lettura: Prove MT (Cornoldi & Colpo 1981) e la loro prestazione si collocava sotto le 2 d.s. dalla norma.	5 criteri: a) Assenza di disturbi neurologici; b) Assenza di disturbi sensoriali; c) Assenza di disturbi emotivi, d) Non assumono farmaci, e) Visione corretta o nella norma	3 diversi paradigmi tipo Posner: cuing periferico; cuing periferico con cue centrale e cuing periferico con pre-cue.  V.D.: tempi di reazione	I risultati hanno mostrato che i dislessici avevano un deficit specifico nello spostamento dell'attenzione dovuto ad un cue periferico (a SOA brevi), ed inoltre, erano in grado di mantenere l'attenzione focalizzata solo per brevi periodi di tempo, presumibilmente non abbastanza lunghi per un'efficiente elaborazione visiva.
Facoetti & Turatto, (2000).  Italia, italiano	121	Esplorare ulteriormente il campo visivo attento asimmetrico nella dislessia evolutiva	N=25 [14 bambini dislessici (10M, 4F; età media 12 anni); 11 bambini normolettori (8M, 3F; età media 11.4 anni)]	NO	I dislessici erano stati diagnosticati attraverso un test italiano standardizzato per la lettura di parole, non parole e brani. I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura (sill/sec). In questi test i dislessici si collocavano sotto le 2 d.s. dalla norma. Anche ai normolettori venivano somministrati gli stessi test e veniva misurato il QI a entrambi i gruppi.	8 criteri: a) QI > 85; b) Visione normale o corretta; c) Assenza di ADHD; d) Campo visivo normale; e) Assenza di problemi emotivi o comportamentali; f) Non assumevano farmaci; g) Adeguate opportunità formative e scolastiche; f) Destrimani	Flanker task  V.D.: tempi di reazione	L'effetto flanker nei dislessici risulta asimmetrico, mentre risulta simmetrico nei normolettori. I dislessici mostrano un forte effetto flanker nel campo visivo di destra, mentre mostrano un effetto flanker ridotto nel campo visivo di sinistra. Ciò supporta l'ipotesi del mini left-side neglect nella dislessia, e una ridotta abilità a inibire distrattori se presenti a destra del campo visivo.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Buchholz, J., & Davies, A. A. (2005).  Australia, inglese	82	Indagare le differenze nel campo visivo dei soggetti con dislessia e determinare se, eventuali differenze, sono legate a particolari componenti dell'attenzione o space-based o object base	N=16 [8 adulti dislessici (media 30.1 anni), 8 adulti senza storia di difficoltà di lettura (media 30.3 anni)]. Tutti i partecipanti sono stati reclutati dall'Università dell'Australia e risultano simili per QI.	Non indagate/ non riportate	I dislessici sono stati diagnosticati come tali perché rispondevano ai criteri del Dyslexic Adult Screening Test (DAST: Fawcett & Nicolson, 1998). La performance cognitiva è stata misurata con il Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI). Le abilità di lettura di parole singole e di spelling sono state valutate con il Wide Range Achievement Test (WRAT: Jastak & Wilkinson, 1984). Anche ai controlli sono stati somministrati gli stessi test.	Non indicati	Cuing paradigm: Covert visual attention task.  V.D.: tempi di reazione	I dislessici sono più lenti nel rilevare i target indicati da cue validi. I costi legati allo spostamento dell'attenzione verso la periferia, quando l'obiettivo veniva segnalato in modo non valido, erano significativamente più alti per i dislessici, mentre i costi associati agli spostamenti verso la fovea tendevano ad essere inferiori. Costi più elevati sono stati mostrati dai dislessici per gli spostamenti dell'attenzione nella periferia verso l'alto e verso il basso. È stata riscontrata una differenza nell'elaborazione del campo visivo, in quanto il gruppo con dislessia ha mostrato costi più elevati associati allo spostamento dell'attenzione tra gli oggetti nella LVF.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Facoetti et al. (2006). Italia, italiano	330	Indagare il possibile legame tra l'inefficienza della lettura delle non parole e l'attenzione visuo-spaziale focalizzata nella dislessia evolutiva	N=32 [20 dislessici divisi in due gruppi di 10 ciascuno, in base all'abilità di leggere le non parole (18M, 2 F, età media 11,35 anni); 12 controlli (9M, 3F, età media 11, 4 anni).] I partecipanti erano abbinati per età e QI	NO	I dislessici erano stati diagnosticati attraverso un test italiano standardizzato per la lettura di parole, non parole e brani. I parametri considerati erano l'accuratezza e la velocità di lettura (sill/sec). In questi test i dislessici si collocavano, in almeno una prova tra i test della batteria, sotto le 2 d.s. Veniva inoltre somministrato un test per il valutare il QI, le capacità metafonologiche (entrambi i gruppi di dislessici non mostrano differenze) e, per i dislessici, veniva somministrato un test per la lettura di non parole. Sulla base dei risultati di questo ultimo test sono stati divisi i dislessici nei due gruppi. Anche al gruppo di controllo, selezionato su raccomandazione delle maestre, venivano effettuati i test per la dislessia e misurato il QI.	5 criteri: a) Assenza di difficoltà linguistiche; b) QI>85; c) Assenza di problemi visivi o uditivi; d) Assenza di ADHD; e) destrimani	Paradigma di tipo Posner (cuing paradigm) con cue sia centrale che periferico.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	I dislessici con difficoltà nella lettura delle non parole hanno mostrato una mancanza di inibizione dell'attenzione per i target uncued nella posizione non indicata, nel campo visivo destro.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Jones et al. (2008). Inghilterra, inglese	108	Indagare il presunto deficit visivo caratteristico della dislessia evolutiva e come questo possa influenzare l'abilità di lettura.	N=38 [19 adulti dislessici (età media 22.2 anni) e 19 normolettori adulti (età media 23.1 anni).] Tutti i partecipanti erano studenti dell'università di Edimburgo e sono stati pagati.	Non indagate/ non riportate	I dislessici erano diagnosticati da psicologi o reclutati attraverso l'ufficio universitario per la disabilità. Sono state indagate le abilità di spelling, con il Wide Range Achievement Test-3 (WRAT-3) (Wilkinson, 1993); il riconoscimento di parole con il Phonemic Decoding Efficiency, dalla batteria Patient Assessment Training System (Lum, Cox, Kilgour, Snowling, & Haywood, 2005), una lista di parole irregolari, tratte dal Wile and Borowsky (2001). È stata valutata la velocità di denominazione RAN; Denckla & Rudel, 1976). La working memory con la Bangor Dyslexia Test (Miles, 1993). Per le caratteristiche della dislessia è stata somministrata The British Dyslexia Association (BDA) checklist (Vinegrad, 1994). Le abilità cognitive generali e il QI sono stati valutati con l'Advanced Progressive Matrices (Raven, 1958).	Non indicati	Paradigma di visual search, feature search con aumento del set size (da 2 a 16 elementi). Compito di riconoscimento di sequenze di simboli. Ternus Task.  V.D.: Accuratezza per il visual search e per il compito di riconoscimento di stringhe di simboli. Misure ai test per le componenti della lettura e ai test di abilità cognitive generali e di frequenza della percezione del "movimento globale", riportata per il compito Ternus	I dislessici commettevano più errori nei compiti di ricerca visiva e nel riconoscimento delle stringhe di simboli rispetto ai normolettori. La performance nei compiti di ricerca visiva e di simboli è anche correlata con la lettura di non parole e con la denominazione rapida automatizzata. Il compito Ternus non ha mostrato differenze tra i gruppi di dislessici e normolettori, né ha contribuito in modo significativo alla varianza delle misure di lettura.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Sireteanu et al. (2008).  Germania, tedesco	59	Testare l'ipotesi dei deficit di attenzione nella dislessia, studiando le prestazioni dei bambini con dislessia evolutiva in una serie di compiti di ricerca visiva.	N=54 [27 dislessici e 27 controlli (età: dai 7 ai 19 anni, divisi in tre gruppi per età: 8-10, 11-13, 14-19 anni)]. Tutti i partecipanti provengono da scuole intorno all'area di Francoforte e sono stati reclutati tramite volantini e passaparola. I dislessici e i controlli sono stati abbinati per età, genere, QI e per status socioeconomico.	NO	I soggetti sono stati sottoposti ad un esame ortottico e psicométrico completo, che si sono serviti di vari test. Tra i test psicométrici: test di intelligenza; test di vocabolario e di aritmetica; test per le abilità di scrittura, abilità di lettura, attenzione sostenuta, memoria a breve termine e consapevolezza fonologica. I dislessici si discostano di almeno 2 "voti" dai controlli nei test psicométrici.	4 criteri: a) Assenza di problemi neurologici o psichiatrici; b) Assenza di problemi visivi o oftalmici; c) Non assunzione di farmaci; d) Destrimani;	Paradigma di visual search di tre tipi: conjunction search per forma e orientazione; conjunction search per orientazione e colore; parallel search, basic feature search task.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	I risultati suggeriscono che i bambini con dislessia evolutiva presentano deficit selettivi in complessi compiti di ricerca visiva seriale, il che implica una compromissione dell'attenzione visiva sostenuta e goal-directed.

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Ruffino et al. (2014).  Italia, italiano	119	Indagare se sia l'attenzione spaziale che l'attenzione temporale sono compromesse e nella dislessia evolutiva con una scarsa decodifica fonologica e se queste funzioni cognitive hanno una relazione predittiva specifica con le capacità di decodifica fonologica.	N=75 [32 bambini dislessici (età media 10 anni), divisi a loro volta in 14 bambini con disturbo nel leggere le non-parole e 18 bambini abili nel leggere le non parole; 43 bambini normolettori (età media 10 anni)].	NO	Nei dislessici la performance nella lettura, in termini di accuratezza o velocità, era al di sotto della norma di almeno 2 deviazioni standard, in almeno uno dei test italiani standardizzati sull'età, inclusi nella batteria clinica (lettura di parole singole e pseudoparole; Sartori et al., 1995). Il QI, misurato con la WISC, doveva essere sopra gli 85. I controlli sono stati raccomandati come lettori tipici dai loro genitori, e ciò veniva confermato da una valutazione individuale in una stanza tranquilla nella loro scuola	5 criteri: a) Quoziente intellettivo totale superiore a 85; b) Visione normale o corretta e udito normale; c) Assenza di disturbi neurologici e/o psichiatrici; d) Assenza di disturbo da deficit di attenzione con o senza iperattività	Periferical cuing paradigm (Posner) per indagare l'attenzione spaziale (cue con 80% di probabilità di validità). Paradigma RSVP, Rapid Serial Visual Presentation. Test di sintesi fonemica di non parole e test per la memoria verbale a breve termine di non parole.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	L'attenzione spaziale e temporale era più lenta nei bambini dislessici con deficit nella lettura delle non-parole (N = 14) rispetto all'età cronologica (N = 43) e ai dislessici senza deficit nella lettura delle pseudoparole (N =18)

STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Nguyen et al. (2021).  Australia, inglese	12	Testare l'ipotesi che la scarsa capacità di lettura nei bambini in età scolare sia associata a deficit dell'attenzione visuo-spaziale utilizzando un visual search task, corroborando i risultati psicofisici con neuroimaging misurando la dimensione funzionale di V1 in risposta a uno stimolo visivo centrale	N=31 [17 bambini con dislessia, come da Power Analysis (9F, 8M, età media 10.9 anni); 14 bambini normolettori (8F, 6M, età media 10.6 anni)]. Tutti i partecipanti sono australiani.	NO	Ai bambini venivano fatti dei test eseguiti da optometristi. La diagnosi di dislessia era già stata fatta in precedenza e, nello studio, venivano comunque riproposti dei test standardizzati per la dislessia e veniva quantificata la loro abilità di lettura attraverso il Dyslexia Determination Test (Griffin and Walton, 1981) e attraverso i test di lettura di parole, non parole e comprensione, del Wechsler Individual Achievement Test, Australian Standardised Edition, 2nd edition). Viene valutato anche il QI attraverso il Kaufman Brief Intelligence Test.	7 criteri: a) Acuità visiva normale o corretta; b) Errori di rifrazione contenuti; c) Occhi in buona salute generale; d) Normale visione binoculare nei test per l'accomodamento; e) Normale convergenza e stereopsi; f) Assenza di ADHD o autismo; g) QI nella norma.	Paradigma di visual search in cui il set size varia da 16 a 64 elementi: conjunction search per orientazione e spessore. Parallel search: basic feature search task per orientazione. (Segue anche uno studio di fMRI).  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	Non ci sono differenze nell'accuratezza nei due gruppi. Nel feature search i tempi di reazione sono simili. Nel conjunction search i tempi di reazione dei dislessici sono più lunghi per tutti i set size, ed aumentano all'aumentare del set size. I dislessici hanno una più scarsa performance al visual search e quindi un'attenzione visuo-spaziale più debole.



STUDIO	CIT.	OBIETTIVO DELLO STUDIO	CAMPIONE	COMORBIDITA'	DIAGNOSI	CRITERI DI INCLUSIONE	PARADIGMA SPERIMENTALE	RISULTATI
Franceschini et al. (2022). Italia, italiano	6	Verificare la presenza di uno specifico deficit nell'attenzione visuo-spaziale, senza il coinvolgimento di altre funzioni cognitive (es: memoria a breve termine)	N=398 bambini totali [(188M, 210F, dalla II alla V classe primaria, 8% mancini), provenienti da diverse regioni di Italia. 340 normolettori e 58 dislessici]	Potrebbero presentare altri disturbi specifici di apprendimento	19 bambini dislessici erano stati inviati da centri specializzati che avevano eseguito la diagnosi di dislessia precedentemente. A tutti gli altri bambini veniva proposto un test italiano standardizzato per la lettura di parole e non parole, sulla base del quale venivano distinti come dislessici, qualora la loro performance si collocasse sotto le 2 d.s.	4 criteri: a) Visione normale o corretta; b) Assenza di problemi uditivi; c) Assenza di deficit neurologici; d) Assenza di disturbi del neurosviluppo.	Semplice task con carta e penna in cui devono risolvere tre diversi labirinti fatti con una serie di C, in cui si deve tracciare un percorso, a partire dal punto di partenza, fino al punto di arrivo. Il primo e terzo labirinto erano uguali.  V.D.: accuratezza e tempi di reazione	Rispetto ai lettori tipici, i bambini con difficoltà di lettura hanno mostrato chiari disturbi dell'attenzione visuo-spaziale, che sembrano non legati alla coordinazione motoria e alle capacità di apprendimento procedurale implicate in questo compito con carta e penna. Nei labirinti 1 e 2 (ossia, i due labirinti diversi eseguiti per la prima volta) il 34,5% dei bambini con dislessia si discostano di 1 d.s. nei tempi di esecuzione rispetto ai controlli.