



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale - DPG**

**Corso di laurea magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione  
Neuropsicologica**

**Tesi di laurea Magistrale**

**Prevenire la Dislessia Evolutiva. Gli effetti degli action-  
like videogame sulle competenze fonologiche di bambini  
prescolari: il ruolo del temperamento e degli aspetti  
emotivo-comportamentali**

**Preventing Evolutionary Dyslexia. The effects of action-like video  
games on the phonological skills of preschool children: the role of  
temperament and emotional-behavioral aspects**

*Relatore*

**Prof. Andrea Facoetti**

*Correlatore esterno*

**Prof.ssa Sara Bertoni**

**Dott.ssa Valentina Lampis**

***Laureando/a: Chiara Marra***

***Matricola: 2088212***

Anno Accademico 2024/2025

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>INQUADRAMENTO TEORICO. LA DISLESSIA EVOLUTIVA (DE): TEORIE E MODELLI.....</b>	<b>3</b>
1.1 DEFINIZIONE .....	4
1.2 EPIDEMIOLOGIA .....	5
1.3 EZIOLOGIA .....	6
1.4 TEORIE SULLE CAUSE DELLA DISLESSIA EVOLUTIVA: DALLA TEORIA FONOLOGICA ALLA TEORIA MAGNOCELLULARE.....	7
1.4.1 LA TEORIA FONOLOGICA .....	7
1.4.2 CRITICHE E LIMITI ALLA TEORIA FONOLOGICA.....	9
1.4.3 IL RUOLO DELL'ATTENZIONE VISUO-SPAZIALE: VERSO LA TEORIA MAGNOCELLULARE .....	10
1.4.4 LA TEORIA MAGNOCELLULARE .....	13
1.4.5 CRITICHE E PROSPETTIVE DELLA TEORIA MAGNOCELLULARE .....	17
1.5 TRATTAMENTI.....	18
<b>CAPITOLO 2 .....</b>	<b>23</b>
<b>TEMPERAMENTO E DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NELL'ETÀ EVOLUTIVA: SCALE DI MISURA E RELAZIONI CON I DISTURBI DELL'APPRENDIMENTO .....</b>	<b>23</b>
2.1 IL TEMPERAMENTO .....	23
2.1.1 MISURARE IL TEMPERAMENTO: LA CHILDREN'S BEHAVIOR QUESTIONNAIRE (CBQ).....	26
2.1.2 TEMPERAMENTO E DISTURBI SPECIFICI DELL'APPRENDIMENTO.....	28
2.2 DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NELLO SVILUPPO .....	31
2.2.1 LA VALUTAZIONE DEI PROBLEMI EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NEI BAMBINI: LA CHILD BEHAVIOR CHECKLIST (CBCL) .....	33
2.2.2 DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI E DISTURBI SPECIFICI DELL'APPRENDIMENTO (DSA) .....	36
<b>GLI EFFETTI DI UN TRATTAMENTO CON ACTION VIDEO GAME (AVG) SU BAMBINI PRESCOLARI A SVILUPPO TIPICO, CON E SENZA DELEZIONE DEL GENE DCDC2: UNO STUDIO LONGITUDINALE .....</b>	<b>41</b>
3.1 MATERIALI E METODI .....	42
3.1.1 PARTECIPANTI .....	42
3.2 RISULTATI .....	48
3.3 DISCUSSIONE .....	52
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>58</b>

# ABSTRACT

Background: la Dislessia Evolutiva (DE) è tra i più comuni disturbi del neurosviluppo, è caratterizzata da una compromissione nell'acquisizione delle abilità di lettura. Recenti studi scientifici hanno dimostrato che l'implementazione di training con Action Video Games (AVG) migliorano le abilità di lettura, agendo sulla funzionalità della via Magnocellulare-Dorsale (MD) e sulle abilità visuo-attentive ritenute alla base di questa competenza.

Metodi: abbiamo testato gli effetti del potenziamento con AVG su alcuni predittori delle abilità di lettura, tra cui l'elaborazione fonologica, misurata attraverso i compiti di memoria fonologica e di discriminazione uditivo-fonologica in un gruppo di bambini prescolari. È stato reclutato un campione di 81 soggetti a sviluppo tipico frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia che è stato sottoposto ad una valutazione neuropsicologica prima e dopo il trattamento con AVG. Tutti i soggetti hanno preso parte al potenziamento con AVG per un minimo di 15 sessioni (3 volte a settimana per 45 min). Ai genitori dei partecipanti è stato chiesto di compilare alcuni questionari, tra cui il Children's Behavior Questionnaire (CBQ) volto ad indagare il temperamento e la Child Behavior Checklist (CBCL) con lo scopo di valutare gli aspetti emotivo-comportamentali del bambino.

Razionale della tesi: il presente elaborato di tesi si propone di indagare la possibilità che variabili personologiche, come il temperamento e gli aspetti emotivo-comportamentali dei soggetti presi in esame, abbiano un'influenza sugli esiti del potenziamento con AVG.

Risultati: Sono stati calcolati gli indici di miglioramento nelle funzioni cognitive testate dalle prove somministrate tra le due fasi di valutazione (T0 e T1). Tali indici sono stati poi messi in correlazione con le scale che valutano il temperamento (CBQ) e gli aspetti emotivo comportamentali (CBCL) del bambino. Quanto emerso suggerisce che il miglioramento nelle abilità fonologiche correla positivamente con il punteggio totale alla scala CBCL e correla positivamente con la dimensione temperamentale della Negative Affectivity del questionario CBQ.

Un'ulteriore analisi di regressione inoltre mostra che entrambi questi fattori spiegano significativamente il miglioramento nelle prove fonologiche.

Conclusioni: I risultati suggeriscono che i bambini che hanno una maggiore tendenza a sperimentare emozioni negative, che sono più sensibili agli stimoli avversi e inclini a sperimentare rabbia, paura e senso di colpa, e con più difficoltà emotive e comportamentali, sono quelli che traggono più vantaggio dal trattamento migliorando nelle abilità fonologiche, probabilmente per una maggiore permeabilità all'ambiente tipica di questo tipo di personalità o per esser coloro che hanno un più scarso controllo attentivo in partenza, il quale si manifesta con un deficit nella regolazione delle emozioni.

Questi risultati aprono la strada verso la considerazione di fattori temperamentali ed emotivo-comportamentali nell'attuazione di programmi di prevenzione e trattamento dei disturbi specifici dell'apprendimento (DSA).

# CAPITOLO 1

## INQUADRAMENTO TEORICO. LA DISLESSIA EVOLUTIVA (DE): TEORIE E MODELLI

"La scrittura non è lingua, ma semplicemente un modo di registrare la lingua [parlata] con segni visibili" (Bloomfield, 1933, p. 21).

Questo breve enunciato ci introduce al concetto centrale della prima parte di questa trattazione: leggere è più complesso di parlare.

Da quando viene alla luce il neonato è naturalmente esposto ad un ambiente linguistico, il quale favorisce, nel corso della crescita, lo sviluppo della lingua parlata, che non ha bisogno di essere specificamente insegnata, ma è innata. La lingua parlata ha una natura senza soluzione di continuità, che non da alcun indizio del suo essere segmentale, il che la rende un'ardua sfida per l'aspirante lettore (Lieberman, Cooper, Shankweiler, & Studdert-Kennedy, 1967; Shaywitz, & Shaywitz, 2008). La lingua scritta ha, infatti, una natura artificiale, che fa sì che il processo di lettura non sia innato, ma debba essere necessariamente insegnato. Imparare a leggere è un processo complesso che richiede molteplici abilità, tra cui lo sviluppo della consapevolezza fonologica, l'apprendimento delle regole di conversione fonema-grafema, l'identificazione delle lettere, il riconoscimento accurato delle parole e la fluidità (o velocità) di tale riconoscimento, la comprensione del significato delle parole stampate e l'acquisizione di un vocabolario (Shaywitz, & Shaywitz, 2008). L'essenza della lettura, nonché il processo più critico, è senza dubbio la conversione grafema-fonema, ovvero imparare a tradurre le lettere nei suoni che rappresentano (i fonemi) (Shaywitz, & Shaywitz, 2008). La difficoltà di questa procedura sta nel fatto che i fonemi non sono dei segnali acustici coerenti e standard, ma variano a seconda dei suoni che li precedono e li seguono nella parola parlata (Morais, Cary, Alegria, & Bertelson, 1979; Stein, 2023). Nell'ambito degli studi sul processo di ricodifica fonologica, sono stati proposti due percorsi alla base della trasformazione della parola scritta in discorso (Forster & Chambers, 1973;

Marshall & Newcombe, 1973): una via lessicale o diretta, che fa affidamento su un lessico mentale in cui vengono memorizzate le rappresentazioni delle parole stampate, le quali sono riattivate nel lessico fonologico prima di leggere la parola a voce alta; e una via sub-lessicale o indiretta, che si basa sulla mappatura seriale di ogni lettera di una stringa al suo suono corrispondente. Tali meccanismi sono rappresentati nel cervello da sistemi neurali differenti, ma connessi, entrambi collocati nell'emisfero sinistro: la via dorsale per il percorso sub-lessicale e la via ventrale per il percorso lessicale (Coltheart, 1978, 1985; Harris & Coltheart, 1986; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993; Coltheart & Rastle, 1994).

Si pensa che i bambini iniziano a leggere utilizzando le regole di mappatura grafema-fonema, facendo dunque affidamento esclusivamente sulla via sub-lessicale. Poi, in seguito ad un po' di pratica, apprendono il "principio fonologico" e riescono ad acquisire una lettura non solo accurata, ma anche fluente, e quindi a passare all'uso della via lessicale. L'apparente facilità con cui la maggior parte dei bambini impara a leggere fluentemente contrasta però con le fatiche di un sottogruppo sorprendentemente grande di bambini che ne rimane incapace (Lovett, Ransby, Hardwick, Johns, & Donaldson, 1989; Torgesen, Wagner, & Rashotte, 1997; Shaywitz, 2003; Shaywitz, Morris, & Shaywitz, 2008). Dati convergenti indicano che il fallimento nello sviluppo della lettura fluente, che risulta al contrario faticosa e lenta, è un segno distintivo della DE (Lefly & Pennington, 1991; Bruck, 1998; Shaywitz, 2003; Shaywitz et al., 2008).

## **1.1 DEFINIZIONE**

La DE è un Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) di origine neurobiologica caratterizzato da difficoltà nell'acquisizione della lettura, in particolare da scarsa accuratezza e/o fluidità nel riconoscimento delle parole e da scarse abilità ortografiche e di decodifica, nonostante la normale intelligenza e l'accesso all'istruzione convenzionale (American Psychiatric Association, APA, 2013; International Dyslexia Association, 2023). La diagnosi di un DSA secondo

il DSM-5 si può effettuare quando sono soddisfatti i seguenti quattro criteri diagnostici (American Psychiatric Association, 2013):

- la lettura del bambino deve risultare imprecisa, lenta o poco fluente e anche la comprensione del testo può risultare compromessa;
- le abilità scolastiche devono essere inferiori rispetto alle aspettative per la sua età cronologica. Inoltre, il disturbo altera il normale andamento dell'apprendimento scolastico e non è semplicemente dovuto ad una mancanza di opportunità di apprendimento o ad un'istruzione carente. Le difficoltà di apprendimento sono persistenti e non temporanee;
- la diagnosi può essere formulata anche tardivamente dato che le difficoltà possono emergere anche più avanti nel corso dello sviluppo;
- le difficoltà di apprendimento non devono essere attribuibili a disabilità intellettiva (secondo il DSM-5 il QI deve risultare superiore a settanta), a un ritardo globale dello sviluppo, a problemi sensoriali, ad altri disturbi mentali, motori o neurologici, a difficoltà psicosociali, alla mancanza di conoscenza della lingua o ad un'istruzione inadeguata (American Psychiatric Association, 2013; Vicari & Caselli, 2020).

Solitamente, nella valutazione clinica, effettuata con misurazioni standardizzate, si attribuisce la diagnosi di DE quando il bambino ha una prestazione di lettura di due deviazioni standard al di sotto della media rispetto al suo quoziente intellettivo (Stein, 2001).

## **1.2 EPIDEMIOLOGIA**

La DE è il disturbo mentale del neurosviluppo più comune: rappresenta l'80% di tutti i disturbi specifici dell'apprendimento e porta a un grave costo per la società, ostacolando l'istruzione superiore di circa il 10% dei bambini in tutte le culture (Shaywitz, Shaywitz, Blachman, Pugh, Fulbright, Skudlarski, ... & Gore, 2004; American Psychiatric Association 2013; Gori, Seitz, Ronconi, Franceschini, & Facoetti, 2016b). La prevalenza è leggermente maggiore tra la popolazione maschile (da 1,5:1 a 3,1:1) (Rutter, Caspi, Fergusson, Horwood, Goodman,

Maughan, ... & Carroll, 2004), ma questo probabilmente perché i ragazzi con DE giungono più facilmente all'attenzione clinica rispetto alle ragazze a causa di disturbi esternalizzanti che sono spesso in comorbidità, specialmente il disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD) (Willcutt & Pennington 2000; Peterson & Pennington, 2015).

La DE si manifesta in tutte le lingue, culture e contesti socioeconomici, ma la sua manifestazione può variare in base ai sistemi simbolici delle lingue parlate e scritte, e alle pratiche culturali e educative in uso. Nelle lingue dove la corrispondenza fra la lettera scritta e il suono (grafema e fonema) non è diretta, come l'inglese (lingue definite opache), la difficoltà nella lettura si evidenzia principalmente con una scarsa fluenza e numerosi errori, mentre nelle lingue con un'alta corrispondenza grafema-fonema, come l'italiano o il finlandese (lingue definite trasparenti), la lettura risulta generalmente lenta, ma precisa (Vicari & Caselli, 2020).

### **1.3 EZIOLOGIA**

L'eziologia della DE, e più in generale dei DSA, è ancora abbastanza sconosciuta, sebbene si ritenga che la causa di tale disturbo sia multifattoriale, ovvero associata a più fattori genetici e ambientali (Peterson & Pennington, 2015; Vicari & Caselli, 2020).

L'ereditabilità della DE è sostenuta dall'evidenza che una storia familiare di DSA aumenta il rischio di sviluppare tali disturbi, e da studi su gemelli omozigoti che confermano l'importanza dei fattori genetici (Harlaar, Butcher, Meaburn, Sham, Craig, & Plomin, 2005; Pennington & Olson 2005; Christopher, Hulslander, Byrne, Samuelsson, Keenan, Pennington, ... & Olson, 2013; Logan, Hart, Cutting, Deater-Deckard, Schatschneider, & Petrill, 2013; Vicari & Caselli, 2020). Inoltre, negli ultimi decenni la genetica molecolare ha identificato geni specifici associati ad un maggior rischio di manifestare DE, localizzati sui cromosomi 15q21 (il gene DYX1C1 nel locus DYX1), 6p21 (i geni DCDC2 e KIAA0319 nel locus DYX2), 2p16-p15 (i geni C2Orf3 e MRPL19 nel locus DYX3) e 3p12-q12 (il gene ROBO1

nel locus DYX5). Gli studi sul loro ruolo nello sviluppo del cervello nei roditori hanno dimostrato che i geni DYX1C1, DCDC2, KIAA0319 e ROBO1 sono coinvolti nei processi prenatali dello sviluppo del cervello, in particolare nella migrazione neuronale, nella formazione di connessioni una volta che i neuroni raggiungono la loro destinazione finale e nella guida della crescita assonale (Kere, 2011; Peterson & Pennington, 2015; Vicari & Caselli, 2020).

Queste evidenze sottolineano l'evidenza che i meccanismi eziopatogenetici dei DSA hanno una forte componente genetica, anche se questa non risulta in grado di spiegarne completamente l'insorgenza. Un'altra buona parte di tale spiegazione è dovuta ai fattori ambientali come ad esempio la prematurità, il basso peso alla nascita, l'esposizione prenatale alla nicotina, il contesto socio-economico e socio-culturale di crescita e l'alfabetizzazione e la formazione dei genitori/caregiver (Lonigan & Whitehurst 1998; Sylva, Scott, Totsika, Erekly-Stevens, & Crook, 2008; Peterson & Pennington, 2015; Sénéchal, 2015; Vicari & Caselli, 2020).

## **1.4 TEORIE SULLE CAUSE DELLA DISLESSIA EVOLUTIVA: DALLA TEORIA FONOLOGICA ALLA TEORIA MAGNOCELLULARE**

Come abbiamo già accennato, l'idea attualmente più accettata è che la DE sia un disturbo con cause multifattoriali, dove più funzioni neurocognitive di base, se compromesse, possono portare a prestazioni scadenti nella lettura (Vicari & Caselli, 2020). Tuttavia, per arrivare ad un'opinione abbastanza condivisa, il percorso alla scoperta delle cause di questo disturbo è stato caratterizzato da accesi dibattiti e teorie contrastanti.

### **1.4.1 LA TEORIA FONOLOGICA**

Fino alla metà degli anni 50 c'era un forte consenso sull'idea che la DE fosse un problema visivo ereditario. Successivamente, il pensiero dominante fu influenzato

dalla rivoluzione linguistica operata da Noam Chomsky (1957), in particolare dalle sue idee riguardo alla natura dei fonemi (Chomsky, 1955; 1957; Stein, 2023). L'autore parte dal presupposto che l'abilità principale nella lettura consiste nell'apprendere il meccanismo di traduzione delle lettere nei suoni che rappresentano, ovvero i 'fonemi'. I fonemi però non sono segnali acustici standard e coerenti, poiché la loro forma acustica varia a seconda dei suoni che li precedono e seguono nella parola parlata. I bambini devono quindi imparare un concetto semiastratto, il "principio fonologico", ma non possono apprenderlo finché non capiscono che le parole scritte sono composte visivamente da sequenze di lettere separate (Morais et al., 1979; Stein, 2023). Solo allora potranno comprendere che la forma parlata di una parola può anche essere suddivisa in una sequenza di fonemi (suoni), che le lettere rappresentano. A differenza del parlare, questo processo non è automatico, ma è difficile per la maggior parte dei bambini e deve essere insegnato. Questa nuova enfasi sulla fonologia ha portato a ritenere che la DE fosse causata interamente dalla mancata comprensione del "principio fonologico", e non da problemi di elaborazione visiva, rendendo così la "teoria fonologica" della DE la spiegazione dominante (Liberman, Shankweiler, & Liberman, 1989; Stein, 2023). La DE divenne conseguentemente competenza degli psicologi dell'educazione e del linguaggio più che dei neurologi (Stein, 2019).

Secondo la teoria fonologica le difficoltà nella lettura derivano dal non riuscire ad acquisire la capacità di separare i suoni delle parole in fonemi distinti da abbinare alle lettere che li rappresentano (Liberman, Shankweiler, Liberman, Fowler, & Fischer, 1977; Snowling, 1981; Bradley & Bryant, 1983; Vellutino, Fletcher, Snowling, & Scanlon, 2004; Szenkovits, Darma, Darcy, & Ramus, 2016; Stein, 2019). Il compito più usato per testare tale abilità consiste nel chiedere di leggere pseudo-parole o non parole, dato che questo tipo di lettura richiede la traduzione del suono delle lettere senza alcun aiuto dato dal contesto o dal significato, richiede cioè una lettura su base sublessicale, la quale risulta più facile per un lettore competente ma molto difficile per un lettore meno competente (Rack, Snowling, Olson, 1992; Stein, 2019). Si ritiene infatti che la DE si rifletta in un'alterata elaborazione sublessicale e/o fonologica (Castles & Coltheart, 1993;

Manis, Seidenberg, Doi, McBride-Chang, & Petersen, 1996; Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007; Facoetti, Trussardi, Ruffino, Lorusso, Cattaneo, Galli, ... & Zorzi, 2010).

Il raggiungimento, nel percorso di apprendimento della lettura, della capacità di lettura delle non parole permette ai piccoli lettori di collegare nuove sequenze di lettere alle parole già memorizzate nel loro lessico fonologico. La creazione di un codice fonologico per qualsiasi stringa di lettere (processo di generalizzazione) è una competenza fondamentale, in quanto consente ai bambini di riuscire a decodificare e memorizzare l'ortografia di migliaia di nuove parole durante i primi anni di istruzione (Share, 1995; Facoetti et al., 2010). A tal proposito, molti studi longitudinali hanno constatato che i neo lettori utilizzano principalmente la via sublessicale, in quanto inizialmente per loro tutte le parole sono delle non parole. La capacità di lettura, sia in termini di accuratezza che di velocità, delle non parole risulta invece compromessa nei bambini con DE di diverse lingue (Sprenger-Charolles, Siegel, Béchennec, & Serniclaes, 2003; Ziegler, Perry, Ma-Wyatt, Ladner, & Schulte-Körne, 2003; Facoetti et al., 2010).

#### **1.4.2 CRITICHE E LIMITI ALLA TEORIA FONOLOGICA**

La teoria fonologica della DE è stata ampiamente criticata per la sua natura esplicativa alquanto limitata. Innanzitutto, non spiega perché alcuni bambini non riescono ad apprendere il processo di decodifica fonologica, ma si limita a ripetere che tale processo è fondamentale per l'acquisizione della lettura (Stein, 2018; 2019). C'è anche da considerare che l'incapacità di padroneggiare il principio fonologico è una condizione che si applica a tutti i casi di mancato o scarso apprendimento della lettura e non solo alla DE, ovvero anche a tutti quei casi in cui l'acquisizione della lettura è stata ostacolata da scarsa istruzione, da un contesto sociale svantaggiato, da uno scarso sostegno familiare o da scarse capacità generali (Stein, 2023). Inoltre, vi è un numero significativo di soggetti con DE che non presentano alcun problema fonologico, questo a dimostrazione del fatto che avere un deficit fonologico non è una condizione necessaria per fare diagnosi di DE (Castles & Coltheart, 1993; Peterson, Pennington, Olson, & Wadsworth, 2014; Stein, 2019).

Riassumendo, la teoria fonologica non fornisce alcuna spiegazione del perché alcuni bambini falliscono nella lettura, e dunque non riesce a distinguere i lettori scarsi con DE da tutte le altre possibili cause di fallimento nella lettura (Stein, 2019).

È chiaro che utilizzare un test fonologico per testare le abilità di lettura non riesce a identificare i bambini con DE, per questo molti clinici fanno affidamento su dei criteri di discrepanza tra le capacità generali del bambino e le sue capacità di lettura per formulare la diagnosi (Stein, 2019; 2022).

#### **1.4.3 IL RUOLO DELL'ATTENZIONE VISUO-SPAZIALE: VERSO LA TERAPIA MAGNOCELLULARE**

Ad oggi la convinzione che i processi di lettura richiedano solo meccanismi fonologici è stata ampiamente messa in discussione, a favore di un'analisi dei processi più elementari e precoci. Reynolds & Besner (2006) suggeriscono che una componente critica, ma spesso trascurata in questo filone di ricerca, sia l'attenzione, necessaria per ottenere una lettura fluente e automatica. Per questo i due autori hanno indagato la possibilità che sia la mancanza o carenza di attenzione a svolgere un ruolo causale nelle difficoltà di lettura (Reynolds & Besner, 2006; Shaywitz & Shaywitz, 2008).

La prima cosa che si deve saper fare per imparare a leggere è scomporre visivamente le parole nelle loro sequenze di lettere (Stein, 2022). Imparare a sequenziare visivamente le lettere prepara a sequenziare uditivamente i suoni, e queste due azioni insieme preparano all'analisi fonologica (Morais et al., 1979; Stein, 2022). Dunque, una difficoltà con la sequenza uditiva dei suoni di una parola e/o con la sequenza visiva delle sue lettere potrebbero essere tra le cause dei problemi di lettura nei soggetti con DE (Stein & Walsh, 1997; Vidyasagar & Pammer, 2010; Stein, 2019). Una teoria utile sull'eziologia della DE sarebbe quindi quella in grado di spiegare i meccanismi fisiopatologici alla base delle difficoltà di sequenziamento, così che test sui processi sottostanti alle capacità di sequenziamento contribuirebbero ad un'accurata formulazione della diagnosi (Stein, 2019).

Un sequenziamento corretto è possibile grazie ad un'accurata elaborazione temporale degli input sensoriali uditivi e visivi, la quale permette di formarsi precise rappresentazioni mnemoniche dell'ordine dei suoni e delle lettere in una parola. Questa abilità dipende dalla capacità di distribuire l'attenzione in modo accurato e nella sequenza corretta (Stein, 2019). Dunque, l'analisi grafemica richiede un orientamento efficiente dell'attenzione spaziale visiva (Cestnick & Coltheart, 1999; Facoetti, Zorzi, Cestnick, Lorusso, Molteni, Paganoni, ... & Mascetti, 2006; Perry, Ziegler, & Zorzi, 2007; Facoetti et al., 2010), la quale è stata ripetutamente descritta come compromessa nella DE (Hari & Renvall, 2001; Cestnick & Coltheart, 1999; Facoetti, Lorusso, Cattaneo, Galli, & Molteni, 2005; Facoetti et al., 2006; Bosse et al., 2007; Facoetti et al., 2010).

Sylvianne Valdois ha avanzato l'ipotesi che i soggetti con DE possano avere una limitata capacità di attenzione spaziale visiva (Valdois, 2022); ipotesi coerente con numerose evidenze che dimostrano che il loro dispiegamento dell'attenzione è lento e meno accurato (Vidyasagar, 2001; Stein, 2023).

L'attenzione visuo-spaziale migliora la rappresentazione neurale di stimoli attesi, ma è anche fondamentale per la prima elaborazione sensoriale nelle cortecce visive e uditive (Reynolds & Chelazzi, 2004; Poghosyan & Ioannides, 2008; Facoetti et al., 2010). L'attenzione visuo-spaziale è stata ripetutamente descritta come compromessa nei soggetti con DE, in particolare in coloro con scarsa capacità di lettura di non parole, a sostegno dell'ipotesi che tale deficit potrebbe compromettere specificamente l'elaborazione sublessicale e che quindi l'attenzione visuo-spaziale sia più importante per la lettura di non parole (Cestnick & Coltheart, 1999; Hari & Renvall, 2001; Buchholz & McKone, 2004; Facoetti et al., 2005; Facoetti et al., 2006; Bosse et al., 2007; Roach & Hogben, 2007; Jones, Branigan, & Kelly, 2008; Facoetti et al., 2010).

L'ancoraggio e il disancoraggio sequenziale dell'attenzione sulle lettere di un testo dipendono dalle proprietà dei sistemi cerebrali responsabili dell'elaborazione temporale e spaziale accurata degli eventi sensoriali e motori. Tale elaborazione viene effettuata, a livello cerebrale, dal sistema magnocellulare (sistema M), che è stato studiato più dettagliatamente nel

sistema visivo (Enroth-Cugell & Robson, 1966; Callaway, 2005; Nassi & Callaway, 2009; Stein, 2019; 2022). Tale sistema si sviluppa da reti di grandi neuroni, i neuroni “magnocellulari” (cellule M), che costituiscono il 10% delle cellule gangliari della retina. Le cellule M sono molto più grandi di tutte le altre cellule retiniche, le parvocellulari (cellule P), koniocellulari o le cellule contenenti melanopsina, che costituiscono il restante 90%. Essendo più grandi, i neuroni magnocellulari, hanno assoni più spessi che li permettono di condurre molto più velocemente gli impulsi al cervello rispetto alle cellule P, e dunque di rispondere più rapidamente agli stimoli sensoriali (Kolb, Linberg, & Fisher, 1992; Maunsell, Ghose, Assad, Mcadams, Boudreau, & Noerager, 1999; Stein, 2019; 2022).

Nella retina queste categorie di neuroni non sono ancora ben distinte, ma si sovrappongono, ma solo fino a quando i loro assoni raggiungono il nucleo genicolato laterale (LNG) nel percorso verso la corteccia visiva: qui le proiezioni magnocellulari e parvocellulari sono marcatamente distinte. Questa separazione continua nella corteccia visiva primaria (V1), mentre nelle proiezioni in avanti, verso le corteccie parietale e frontale, tali neuroni interagiscono nuovamente (Callaway, 2005; Stein, 2019).

Le cellule M hanno dei campi recettivi così grandi da non riuscire a cogliere i dettagli più fini, come quelli che differenziano una lettera da un'altra in un testo scritto, ma la loro funzione è quella di dirigere il focus dell'attenzione sul punto giusto così da istruire le cellule P a fare tale distinzione (Vidyasagar & Pammer, 2010; Stein, 2022). La funzione principale delle cellule M è quella di rilevare il movimento, dato che segnalano e cronometrano quando e dove si verificano gli eventi visivi. In particolare, rilevano il movimento dell'attenzione che si sposta da una lettera ad un'altra così da poter rappresentare nella memoria a breve termine tale sequenziamento (Stein, 2022). Questa funzione è mediata dall'input dominante che queste cellule inviano alla più dorsale delle due principali proiezioni anteriori della corteccia visiva: il flusso occipito-parietale (o via del “where”), che va dalla corteccia visiva primaria in avanti verso la V5/MT e la corteccia parietale posteriore (PPC) fino alla corteccia prefrontale dorsolaterale (DPFC) (Ungerleider & Mishkin, 1982; Laycock, Crewther, & Crewther, 2008;

Stein, 2019; 2022). Tale flusso è anche chiamato “sistema attenzionale dorsale” o “flusso di attenzione magnocellulare dorsale (MD)” perché specializzato nell’attivazione dell’attenzione visiva e nel controllo visuomotorio.

Come accennato prima, le cellule M forniscono il 50% dell’input visivo che ricevono anche al sistema ventrale, o flusso infero-temporale. Questo è specializzato nell’identificazione dell’identità di un oggetto. All’interno di questo sistema, nell’emisfero sinistro, si trova infatti “l’area visiva della forma delle parole” (VWFA) che analizza nel dettaglio la forma visiva delle parole, sulle quali l’attenzione viene posta per via dei segnali che arrivano dal sistema MD (Pammer, Hansen, Holliday, & Cornelissen, 2006; Dehaene, 2010; Vidyasagar, 2013; Stein, 2019).

#### **1.4.4 LA TEORIA MAGNOCELLULARE**

Le recenti e numerose prove che dimostrano che il sistema M visivo è spesso compromesso nella DE, sono il motivo per cui ne discutiamo e analizziamo il funzionamento (Gori et al., 2016b; Stein, 2019; 2022). Lovegrove e colleghi (1982) furono i primi a discutere e a testare la teoria magnocellulare della DE. Ci sono state poi molte prove a favore della sua ipotesi che hanno confermato una compromissione in tutte le aree cerebrali che costituiscono il flusso dorsale nei soggetti con DE.

Per quanto riguarda le cellule gangliari retiniche, la loro sensibilità nei soggetti con DE è stata misurata con dei test psicofisici che hanno sfruttato le proprietà delle cellule M. Quest’ultime, infatti, rispondono selettivamente a stimoli a basso contrasto, a basse frequenze spaziali e ad alte frequenze temporali, a differenza delle parvocellule che sono invece più sensibili alle alte frequenze spaziali, a stimoli ad alto contrasto e a basse frequenze temporali. Pertanto, utilizzando test che impiegano stimoli con queste caratteristiche, è stato riscontrato che le risposte dei soggetti con DE sono ridotte con il primo tipo di stimoli (funzione delle cellule M), ma normali o addirittura aumentate per il secondo tipo di stimoli (funzione delle cellule P), e che tale riduzione predice il grado del loro fallimento nella lettura (Brannan & Williams, 1988; Talcott, Hansen, Willis-Owen, McKinnell, Richardson, & Stein, 1998; Pammer & Wheatley, 2001; Rosli, Bedford, &

Maddess, 2009; Johnston, Pitchford, Roach, & Ledgeway, 2017; Stein, 2021; 2022). Questi risultati ci dimostrano che la compromissione nei soggetti con DE riguarda selettivamente il sistema MD, e non è un problema visivo più generale. Dalla retina gli assoni dei neuroni magnocellulari proiettano agli strati 1 e 2 del nucleo genicolato laterale (LNG), un'area del cervello che è risultata anatomicamente e funzionalmente differente nei cervelli di persone con DE. In studi istologici post mortem è stato riscontrato che gli strati magnocellulari del LNG nei cervelli dei soggetti con DE erano il 30% più piccoli rispetto a cervelli di controllo. Non solo, ma erano anche più disorganizzati, in quanto invadevano gli strati 2 e 3 dove invece si trovano normalmente le koniocellule, a dimostrazione del fatto che in fase di sviluppo le future cellule M erano migrate in maniera anomala (Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz, & Geschwind, 1985; Livingstone, Rosen, Drislane, & Galaburda, 1991; Stein 2019). Ectopie e microgiri nelle aree linguistiche dell'emisfero sinistro sono altre delle anomalie riscontrate in questi cervelli (Galaburda et al., 1985; Stein, 2019). Tutti questi risultati sono stati confermati anche da studi più recenti che hanno utilizzato sofisticate tecniche di neuroimaging in vivo (Giraldo-Chica, Hegarty II, & Schneider, 2015).

Come abbiamo già accennato, a livello della corteccia visiva primaria (V1), più nello specifico nello strato 4 A della V1, la separazione tra le proiezioni magnocellulari e parvocellulari è ancora netta. Un semplice test che si utilizza per indagare la sensibilità dei neuroni magnocellulari nella corteccia striata è il "test di fusione dello sfarfallio", il quale rileva una sensibilità al contrasto significativamente inferiore a basse frequenze spaziali e ad alte frequenze temporali negli individui con DE rispetto ai controlli (Lovegrove, Martin, Bowling, Blackwood, Badcock, & Paxton, 1982; Martin & Lovegrove, 1987; Brannan & Williams, 1988; Chase & Jenner, 1993; Mason, Cornelissen, Fowler, & Stein, 1993; Evans, Drasdo, & Richards, 1994; Cornelissen, Richardson, Mason, Fowler, & Stein, 1995; Peli & García-Pérez, 1997; Brannan, Solan, Ficarra, & Ong, 1998; Talcott et al., 1998; Slaghuis & Ryan, 1999; Williams, Stuart, Castles, & McAnally, 2003; Johnston et al., 2017; Rodrigues, Rebola, Jorge, Ribeiro, Pereira, van Asselen, & Castelo-Branco, 2017; Stein, 2019).

Tuttavia, successivamente negli strati più profondi e superficiali della V1 questi due flussi interagiscono nuovamente. A questo punto le cellule M forniscono il 90% del loro input visivo al percorso attentivo dorsale e il 50% anche al sistema ventrale. La funzione dell'ingresso delle cellule M nel flusso infero-temporale sarebbe quella di attirare l'attenzione su una parte del campo visivo che deve essere analizzata nel dettaglio dalle cellule P (Callaway, 2005; Vidyasagar & Pammer, 2010).

Nella parte anteriore del lobo occipitale si trova l'"area del movimento visivo" (V5/MT), la quale riceve la maggior parte dei suoi input dalle cellule M ed è costituita da neuroni altamente specializzati nell'analisi del movimento visivo (Vicari & Caselli 2020; Stein, 2022). La sensibilità di questo sistema viene generalmente misurata con il Coherent dot Motion Task (CDMT) (Gori et al., 2016b; Lazzaro, Bertoni, Menghini, Costanzo, Franceschini, Varuzza, ... & Vicari, 2021). Nel CDMT si calcola la proporzione di punti che devono muoversi insieme su uno schermo affinché possa essere percepito un movimento coerente dal partecipante. L'uso di questo task computerizzato in alcuni esperimenti ha permesso di confermare che i soggetti con DE hanno una sensibilità al movimento inferiore, in quanto necessitano di una proporzione significativamente maggiore di punti che si muovono insieme per percepire un movimento coerente (Cornelissen et al., 1995; Hill & Raymond, 2002; Downie, Jakobson, Frisk, & Ushycky, 2003; Samar & Parasnis, 2007; Gori et al., 2016b). Una ridotta sensibilità al movimento, ovvero una ridotta funzionalità dell'area V5/MT è stata rilevata anche tramite la registrazione di potenziali correlati ad eventi visivi (VERP) e tramite la risonanza magnetica funzionale (fMRI) (Livingstone et al., 1991; Eden, VanMeter, Rumsey, Maisog, Woods, & Zeffiro, 1996). Inoltre, è stato visto che questa riduzione correla negativamente con le abilità di lettura (Cornelissen et al., 1995; Demb, Boynton, Best, & Heeger, 1998; Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli, & Facoetti, 2012).

La generale ridotta sensibilità dell'intero sistema MD, dal quale dipendono tutti i tipi di movimenti oculari (come la fissazione oculare, la convergenza oculare, l'inseguimento oculare e la precisazione delle saccadi), causa la compromissione di tutti questi movimenti nei soggetti con DE (Eden, Stein, Wood, & Wood, 1994;

Kirkby, Webster, Blythe, & Liversedge, 2008). Ad esempio, un sistema M debole porta a fissazioni oculari meno stabili che a loro volta portano a percepire le lettere di un testo in movimento. Molte persone con DE, infatti, riportano, quando leggono, la sensazione che le lettere si muovano (Fowler & Stein, 1979; Singleton & Trotter, 2005; Harries, Hall, Ray, & Stein, 2015). Lo scarso controllo dei movimenti oculari potrebbe dunque essere una delle cause del fallimento nella lettura.

Oltre a guidare i movimenti oculari, il sistema M, guida anche l'attenzione visiva, la quale risulta più lenta e meno accurata nei soggetti con DE (Vidyasagar, 2005; Stein, 2022). Questo dato salta fuori dalle prove di "ricerca visiva seriale" in cui quest'ultimi falliscono; sono invece molto bravi con la "ricerca parallela" (Vidyasagar & Pammer, 1999; Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000; Iles, Walsh, & Richardson, 2000; Stein, 2022). La caratteristica dei testi di essere degli stimoli visivi molto affollati interferisce con la capacità di individuare le singole parole e leggerle con precisione (ricerca visiva seriale), specialmente nei soggetti con DE (Cornelissen, Bradley, Fowler, & Stein, 1991; Martelli, Di Filippo, Spinelli, & Zoccolotti, 2009; Stein, 2022).

Dunque, un malfunzionamento del sistema M causerebbe uno scarso controllo sulle funzioni implicate nella lettura come la visione periferica, il controllo del movimento oculare, la percezione del movimento e la posizione degli stimoli, e quindi, di conseguenza, sull'attenzione e sull'elaborazione percettiva (Vicari & Caselli, 2020). Inoltre, recenti progressi scientifici evidenziano un'associazione tra la delezione del gene DCDC2, che abbiamo visto essere un fattore eziologico per le difficoltà di lettura, e il funzionamento del circuito magnocellulare dorsale (Cicchini, Marino, Mascheretti, Perani, & Morrone, 2015; Gori, Mascheretti, Giora, Ronconi, Ruffino, Quadrelli, ... & Marino, 2015).

Infine, recentemente, in un loro studio, Gori, Molteni e Facoetti (2016a) hanno dimostrato che è possibile individuare delle difficoltà nell'elaborazione di stimoli elaborati dal sistema MD, già in età pre-scolare, in quei bambini che successivamente svilupperanno difficoltà di lettura.

L'apprendimento della lettura richiede, dopo il sequenziamento visivo di una parola, anche la capacità di tradurre questa sequenza nella rispettiva sequenza di suoni necessari a generare la forma parlata delle parole, ovvero la capacità di focalizzare l'attenzione visiva sul suono. Questa capacità necessita di un'elaborazione temporale uditiva accurata, che è eseguita da un sistema analogo al sistema M di temporizzazione visiva: il sistema uditivo magnocellulare (Rauschecker, 2018; Meng & Schneider, 2022; Stein, 2022). Si è infatti visto che, in molti individui, può essere una carente elaborazione crossmodale visivo/uditiva a causare i deficit della DE (Gabrieli & Norton, 2012; Harrar, Tammam, Pérez-Bellido, Pitt, Stein, & Spence, 2014; Stein, 2022).

#### **1.4.5 CRITICHE E PROSPETTIVE DELLA TEORIA MAGNOCELLULARE**

Molti studi a favore dell'ipotesi magnocellulare della DE sono stati criticati per la mancanza di causalità nelle correlazioni trovate. Il deficit del sistema M potrebbe essere irrilevante per la lettura o una causa stessa del mancato apprendimento della lettura (Goswami, 2015; Huettig, Lachmann, Reis, & Petersson, 2017; Stein, 2022).

Per ovviare a queste critiche, molti studi hanno comparato la funzionalità del sistema M di bambini con DE con quella di bambini abbinati per età di lettura (dunque per esperienza di lettura), dimostrando che i lettori più giovani avevano già sviluppato una funzione magnocellulare molto migliore di quella dei bambini più grandi con diagnosi di DE (Gori et al., 2016b). Alcuni autori hanno invece effettuato studi di coorte, i quali hanno dimostrato che i deficit di elaborazione temporale precedono i problemi di apprendimento della lettura (Regtvoort, van Leeuwen, Stoel, & van der Leij, 2006; Hämäläinen, Leppänen, Guttorm, & Lyytinen, 2008; van der Leij, 2013). Altri autori ancora hanno dimostrato questa causalità tramite studi di intervento, in cui si allena la funzione deficitaria e poi si verifica se questo allenamento si traduce in un miglioramento nelle capacità di lettura (Lawton, 2016; Lawton, Shelley-Tremblay, & Stein, 2022).

Con la teoria magnocellulare la possibilità di individuare una causa e di conoscere nel dettaglio il meccanismo deficitario alla base dei problemi di lettura nei soggetti con DE apre la strada verso la strutturazione di programmi di

intervento e trattamento più efficaci per la loro risoluzione. Inoltre, sarebbe così possibile individuare più facilmente degli indicatori precoci su cui strutturare interventi a carattere preventivo.

## **1.5 TRATTAMENTI**

La ricerca, soprattutto negli ultimi venti anni, si è sempre più concentrata sull'individuazione di trattamenti efficaci per la DE, sia di tipo preventivo che di tipo correttivo (Vicari & Caselli, 2020). Gli interventi più in uso e che hanno ricevuto maggior consenso sono quelli che, basandosi sulla teoria fonologica, mirano ad esercitare le abilità verbali e linguistico-fonologico attuando la cosiddetta formazione fonetica (Franceschini & Bertoni, 2019; Vicari & Caselli, 2020). Tale formazione prevede la trasmissione di istruzioni esplicite e sistematiche sulle regole di integrazione del suono dalla lettera al parlato (Franceschini & Bertoni, 2019). In particolare, gli interventi di tipo fonologico-linguistico agiscono su cinque domini che si ritengono essere competenze necessarie per uno sviluppo tipico delle abilità di lettura: la consapevolezza fonologica, la conoscenza fonemica, l'automaticità della lettura, il vocabolario e l'elaborazione e la comprensione del testo (Vicari & Caselli, 2020). Gli effetti di questo tipo di addestramento sono stati ben documentati in letteratura, evidenziando una significativa efficacia sull'accuratezza nella lettura di parole e non parole, un'efficacia meno significativa sulla conoscenza della corrispondenza lettera-suono, ma nessun effetto sulla velocità di lettura, sulla produzione fonologica e sulla comprensione del testo (Vicari & Caselli, 2020; Franceschini & Bertoni, 2019). Per queste ragioni i trattamenti basati solo sul dominio fonologico sembrano non essere totalmente efficaci (Peters, De Losa, Bavin, & Crewther, 2019).

Abbiamo visto che, oltre ai deficit fonologici, sono anche altre le difficoltà cognitive che si riscontrano nella DE. Questo ha permesso di riconsiderare la multifattorialità delle cause alla base di tale disturbo, portando all'ideazione e alla

strutturazione di trattamenti che intervengono su abilità non verbali, come attenzione, memoria e percezione (Vicari & Caselli, 2020).

In particolare, la teoria magnocellulare della DE, che sostiene l'evidenza di un deficit di attenzione visuo-spaziale nei soggetti con DE, suggerisce che un programma di formazione mirato alle abilità attenzionali potrebbe produrre effetti benefici sulle capacità di lettura (Facoetti, Lorusso, Paganoni, Umiltà, & Mascetti, 2003; Bertoni, Franceschini, Puccio, Mancarella, Gori, & Facoetti, 2021). Seguendo questo ragionamento, negli ultimi anni, è stata proposta una tipologia complessa di training percettivo-visivi basata sull'utilizzo di videogiochi cosiddetti di "azione" (Action Video Game - AVG) (Peters et al., 2019; Vicari & Caselli, 2020; Bertoni et al., 2021). Questo tipo di videogiochi sono caratterizzati da un'elevata velocità di gioco in termini di molteplici eventi transitori e oggetti in movimento, un alto grado di carico percettivo, cognitivo e motorio, un'imprevedibilità temporale e spaziale, rapidi passaggi tra stati di attenzione focalizzata e distribuita e dalla rilevanza degli avvenimenti ai margini dello schermo.

In numerosi lavori, Green e Bavelier (2003; 2006a; 2006b; 2007; Bavelier & Green, 2019) hanno rilevato capacità superiori nei compiti attenzionali e percettivi in persone con esperienza nell'uso di AVG, fornendo prove del fatto che questo tipo di videogiochi possono migliorare le capacità attentive e percettive (Boot, Kramer, Simons, Fabiani, & Gratton, 2008).

È interessante notare che i meccanismi cognitivi allenati dagli AVG sono gli stessi che precedono la mappatura ortografico-fonologica, in particolare i meccanismi di impiego e disimpiego dell'orientamento visuo-attentivo che agiscono prima dei percorsi linguistici di conversione sub-lessicale e lessicale, tutte abilità segnalate come compromesse nella DE (Valdois, Gérard, Vanault, & Dugas, 1995; McCandliss, Cohen, & Dehaene, 2003; Zorzi, Barbiero, Facoetti, Lonciari, Carrozzi, Montico, ... & Ziegler, 2012; Franceschini & Bertoni, 2019; Vicari & Caselli, 2020; Peters, Crewther, Murphy, & Bavin, 2021). L'allenamento di questi meccanismi risulta cruciale per la risoluzione della lettura; pertanto, un allenamento con AVG dovrebbe risultare vantaggioso per individui affetti da DE, migliorando alcune abilità cognitive come l'elaborazione temporale, l'attenzione spaziale visiva e uditiva, il controllo attentivo e quindi indirettamente le capacità

di lettura (Franceschini, S., Bertoni, S., Ronconi, L., Molteni, M., Gori, S., & Facoetti, A., 2015; Bertoni et al., 2021). Tale ipotesi è stata testata in molteplici studi effettuati direttamente su bambini con DE, i quali hanno mostrato miglioramenti nei meccanismi percettivi e attenzionali, nella decodifica fonologica e nella velocità di lettura dopo un allenamento con AVG. Alcuni di questi studi hanno confrontato i risultati post allenamento con AVG del gruppo sperimentale con quelli di un gruppo di controllo che giocava a dei videogiochi non di azione (NAVG), altri studi invece hanno utilizzato come gruppo di controllo bambini sottoposti a trattamenti logopedici standard. In entrambi i tipi di studi l'allenamento con AVG ha portato a miglioramenti maggiori nell'attenzione spaziale visiva e uditiva e nella fluidità di lettura rispetto ad altri tipi di training (Franceschini, Gori, Ruffino, Viola, Molteni, & Facoetti, 2013; Franceschini et al., 2015; Gori et al., 2016b; Franceschini, Bertoni, Ganesini, Gori, & Facoetti, 2017; Peters et al., 2019; Bertoni, Franceschini, Ronconi, Gori, & Facoetti, 2019; Franceschini & Bertoni, 2019; Bertoni et al., 2021; Bertoni, Andreola, Mascheretti, Franceschini, Ruffino, Trezzi, ... & Facoetti, 2024). L'ipotesi in grado di spiegare questi risultati sorprendenti è legata alla capacità degli AVG di migliorare il funzionamento di specifiche reti neurali, come la rete fronto-parietale, la rete prefrontale e il percorso magnocellulare dorsale, implicate sia nell'attenzione spaziale che nella lettura (Tanaka, Ikeda, Kasahara, Kato, Tsubomi, Sugawara, ... & Watanabe, 2013; Gori et al., 2016b; Gong, Ma, Gong, He, Dong, Zhang, ... & Yao, 2017; Bavelier & Green, 2019; Bertoni et al., 2021). In particolare, si suppone che questo tipo di allenamento induca una plasticità fronto-parietale, in particolare della rete prefrontale che agisce con un meccanismo top-down per il controllo attentivo, e della rete parietale che agisce tramite un meccanismo dal basso verso l'alto per il funzionamento del percorso magnocellulare dorsale ed è deputata all'elaborazione spaziale, producendo effetti benefici sul comportamento diretto all'obiettivo come l'acquisizione e il consolidamento della lettura (Ahissar & Hochstein, 2004; Weissman, Roberts, Visscher, & Woldorff, 2006; Dehaene, Cohen, Morais, & Kolinsky, 2015; Föcker, Cole, Beer, & Bavelier, 2018; Bavelier & Green, 2019; Bertoni et al., 2021).

Poiché le disfunzioni attenzionali e della via magnocellulare dorsale possono essere diagnosticate già dall'infanzia, tutti questi risultati aprono la strada alla possibilità di implementare programmi di prevenzione che prevedano un allenamento con AVG in stadi precoci dello sviluppo. Il vantaggio di questi programmi sarebbe, oltre quello ovvio di prevenire una deviazione dal normale sviluppo del bambino, quello di essere divertenti e coinvolgenti e di necessitare di poche risorse per la loro strutturazione.

Per procedere verso l'istituzione e la formalizzazione di trattamenti preventivi di questo tipo sono però necessari ulteriori studi sulla definizione di indicatori precoci affidabili individuabili in età pre-scolare, e studi di carattere longitudinale per poter verificare l'efficacia di un intervento precoce nel prevenire future difficoltà di lettura. Un primo passo in questa direzione è stato fatto recentemente da Bertoni e colleghi (2024), che nel loro studio di prevenzione si sono chiesti se un trattamento di 20 sessioni da 45 minuti con AVG influenzasse positivamente la consapevolezza fonemica in bambini pre-lettori a rischio di DE. In particolare, hanno testato gli effetti del training con AVG su tre predittori consolidati dello sviluppo della lettura (Bradley & Bryant, 1983; Landerl, Freudenthaler, Heene, De Jong, Desrochers, Manolitsis, ... & Georgiou, 2019; McWeeny, Choi, Choe, LaTourrette, Roberts, & Norton, 2022): la consapevolezza fonemica, testata con un compito di discriminazione di fonemi, la memoria di lavoro fonologica, testata con un compito di ripetizione di pseudoparole e la denominazione automatizzata rapida. Quello che hanno trovato è un effetto specifico del trattamento attentivo multisensoriale sul recupero della consapevolezza fonemica in oltre l'80% dei pre-lettori a rischio, mantenuto anche al follow-up.

Un altro modo per testare gli effetti causali degli interventi con AVG sulla prevenzione di future difficoltà di lettura è quello di svolgere uno studio longitudinale che segua i bambini dall'età pre-scolare, all'ingresso alla scuola primaria fino alla piena consolidazione della lettura, controllando quei fattori ambientali e genetici che potrebbero costituire un rischio di sviluppo di DE. Un tentativo in questo senso è quello che stiamo percorrendo attualmente nell'ambito del progetto GEDys in cui l'obiettivo è di testare l'efficacia di un percorso di potenziamento con AVG su bambini in età pre-scolare, con e senza

delezione del gene DCDC2 (fattore di rischio genetico per la DE), e la possibilità che tale intervento preventivo intervenga come un fattore ambientale protettivo nello sviluppo del bambino.

## **CAPITOLO 2**

# **TEMPERAMENTO E DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NELL'ETÀ EVOLUTIVA: SCALE DI MISURA E RELAZIONI CON I DISTURBI DELL'APPRENDIMENTO**

### **2.1 IL TEMPERAMENTO**

Gran parte della letteratura sulla psicologia dello sviluppo ha cercato di definire operativamente il concetto di temperamento (Strelau, Zawadzki, & Piotrowska, 2001; Posner & Rothbart, 2007). È ormai opinione comune definirlo come l'insieme delle differenze individuali nel comportamento, di origine biologico-costituzionale, osservabili sin dalla nascita e che tendono a rimanere relativamente stabili nel tempo e nei vari contesti di vita (Deater-Deckard, Mullineaux, Petrill, & Thompson, 2009). Tuttavia, queste caratteristiche temperamentali, seppur legate al patrimonio genetico di ogni individuo, possono essere influenzate e modificate dall'ambiente e dalle esperienze vissute nel corso dell'intero sviluppo (Bates, 1989; Rothbart & Ahadi, 1994; Bates, Wachs, & VandenBos, 1995; Usai, Viterbori, & Alcetti, 2007; Deater-Deckard et al., 2009). Negli ultimi anni la comprensione della struttura del temperamento e del suo sviluppo ha permesso di definirlo alla base della costruzione della personalità e di collegarne le differenze individuali a specifiche reti neurali sottostanti (Rothbart & Bates, 2006; Posner & Rothbart, 2007).

La teoria più citata nell'ambito degli studi sul temperamento è la teoria psicobiologica del temperamento di Rothbart (1981; 1989; 2007), il quale ritiene che siano le differenze individuali che compaiono precocemente nella reattività e nell'autoregolazione, e che rimangono moderatamente coerenti tra le situazioni e stabili nel tempo, a riflettere il temperamento infantile (Rothbart & Derryberry,

1981; Rothbart, 1989; Rothbart, Ahadi, Hershey, & Fisher, 2001; Rothbart, 2007; Gartstein, Kirchhoff, & Lowe, 2024). La reattività riguarda l'attivazione dei sistemi di risposta motoria, affettiva e sensoriale, mentre l'autoregolazione include i processi che modulano questa reattività, come la focalizzazione dell'attenzione e il controllo inibitorio. Questo approccio teorico permette di esplorare aspetti del temperamento non considerati da altri modelli, in quanto valuta dettagliatamente le reazioni emotive positive (sorriso, piacere) e negative (paura, tristezza), nonché i meccanismi di autoregolazione dell'attenzione, dell'attività, dell'inibizione comportamentale (timidezza) e del controllo inibitorio (Rothbart et al., 2001).

Questa teoria insieme a quella di Buss & Plomin (1975; 1984), di Goldsmith & Campos (1982) e di Thomas & Chess (1977) continua a guidare la ricerca sul temperamento. Tutti gli autori sono d'accordo nel ricondurre i tratti del temperamento ad una varietà di dimensioni, piuttosto che ad una singola e unica componente (Gartstein et al., 2024). In particolare, il lavoro del New York Longitudinal Study (Thomas, Chess, Birch, Hertzog, & Korn, 1963) ha costituito la base per la maggior parte della concettualizzazione del temperamento nei bambini. In questo contesto sono state identificate nove dimensioni del temperamento, le quali hanno ispirato molti modelli teorici successivi:

1. Livello di attività: la quantità di movimento fisico di un bambino durante la veglia e il sonno;
2. Ritmicità (Regolarità): la prevedibilità dei ritmi biologici, come il sonno, la fame e l'eliminazione;
3. Approccio/Ritiro: la risposta iniziale del bambino a nuove persone o situazioni, con "approccio" che indica curiosità e "ritiro" che indica timidezza;
4. Adattabilità: la facilità con cui il bambino si adatta ai cambiamenti o alle nuove situazioni;
5. Soglia di sensibilità: il livello di stimolazione necessaria per provocare una risposta nel bambino;
6. Intensità della reazione: l'energia del bambino nelle risposte emotive, sia positive che negative;

7. Qualità dell'umore: la tendenza generale verso un umore positivo o negativo;
8. Distraibilità: la facilità con cui il bambino può essere distratto da uno stimolo esterno quando è coinvolto in un'attività;
9. Persistenza e attenzione: la durata dell'interesse del bambino per un'attività e la sua capacità di rimanere concentrato.

Questi tratti temperamentali sono stabili e biologicamente fondati. Studiarli fin dalla prima infanzia ci permette di osservare ed esaminare le loro prime espressioni, che sono cruciali perché possono essere utilizzate per identificare i rischi e i fattori protettivi che influenzano lo sviluppo successivo (Gartstein et al., 2024).

Più recentemente studi psicometrici hanno perfezionato queste categorie. In particolare, Rothbart in una ricerca attuata tramite il Children's Behavior Questionnaire (CBQ), una misura del temperamento per bambini dai 3 ai 7 anni di cui discuteremo nel dettaglio più avanti, ha identificato tre macrofattori del temperamento: l'Effortful control (EC), l'Extraversion/Surgency (SU) e la Negative affectivity (NA) (Rothbart & Derryberry, 2013; Rothbart, Derryberry, & Posner, 1994; Rothbart, 2007). Queste dimensioni sono risultate correlate ad alcune dimensioni dei Big Five della personalità dell'adulto: l'Estroversione, il Nevroticismo e la Coscienziosità (Evans & Rothbart, 2007; Rothbart, 2007).

L'EC si riferisce alla capacità di regolazione motoria e cognitiva, la quale si manifesta attraverso il controllo inibitorio, il mantenimento e lo spostamento dell'attenzione e la pianificazione del comportamento. La NA si riferisce alla tendenza a sperimentare più frequentemente e intensamente emozioni negative (tristezza, paura, ansia, rabbia, frustrazione, senso di colpa e insoddisfazione).

La SU si riferisce ad un alto livello di attività, energia, entusiasmo, impulsività e socievolezza e un basso livello di timidezza (Rothbart & Derryberry, 2013; Rothbart et al., 1994; Rothbart, 2007; Nasvytienė & Lazdauskas, 2021).

Dimensioni generali del temperamento molto simili sono state trovate in diverse culture, anche se le correlazioni tra queste dimensioni variano a seconda dei valori culturali e delle esperienze del bambino (Ahadi, Rothbart, & Ye, 1993; Rothbart, 2007).

Tuttavia, bisogna tenere a mente che questi sono tentativi di operazionalizzare un costrutto ampio e complesso come quello del temperamento, il quale va oltre un semplice elenco di tratti.

### **2.1.1 MISURARE IL TEMPERAMENTO: LA CHILDREN'S BEHAVIOR QUESTIONNAIRE (CBQ)**

Sebbene relativamente stabile, le manifestazioni comportamentali legate a caratteristiche temperamentali subiscono cambiamenti significativi durante lo sviluppo, richiedendo strumenti di valutazione costantemente appropriati e specifici. Le caratteristiche individuali del temperamento, in quanto aventi base biologica, possono essere misurate sia a livello comportamentale che fisiologico (Gartstein et al., 2024). I metodi diretti di osservazione del comportamento e di misurazione dei marcatori fisiologici sono spesso stati utilizzati per la ricerca scientifica. Tuttavia, i questionari compilati dal caregiver e più tardi nel corso dello sviluppo i self-report sono i metodi più diffusi per la loro facilità di somministrazione e interpretazione. Inoltre, anche i questionari compilati dagli insegnanti si sono dimostrati validi strumenti per la misurazione del temperamento in età prescolare e scolare.

I vari metodi di misurazione si differenziano per la teoria del temperamento utilizzata come riferimento per la strutturazione dello strumento (Gartstein et al., 2024). Ad esempio, la versione aggiornata del Dimensions of Temperament Survey (Windle & Lerner, 1986), il DOTSR, misura le nove dimensioni di temperamento identificate da Thomas e Chess (1977) in tre diverse fasce di età. La Temperament Assessment Battery for Children (TABC; Martin, 1988), sviluppata in tre versioni, per genitori, insegnanti e medici, invece, si basa sulla concettualizzazione del temperamento secondo il New York Longitudinal Study (Thomas & Chess, 1977).

In conformità al modello di temperamento reattivo e autoregolativo di Rothbart, è stato sviluppato il Children's Behavior Questionnaire (CBQ). Questo strumento, compilato dai caregiver, offre una valutazione dettagliata del temperamento nei bambini dai 3 ai 7 anni di età (Rothbart, 1981; Rothbart & Posner, 1985; Rothbart, 1989; Rothbart et al., 2001; Rothbart & Derryberry, 2013). Prima del CBQ, la

maggior parte dei questionari si basava sulle nove dimensioni identificate dal New York Longitudinal Study di Thomas & Chess (1977). Il problema di questi strumenti però è che si basano su dati raccolti in infanti e sono costruiti principalmente per scopi clinici, il che comporta una sottostima della variabilità delle dimensioni temperamentali rispetto a quanto ipotizzato originariamente (Rothbart & Mauro, 1990; Martin, Wisenbaker, & Huttunen, 1994; Sanson, Smart, Prior, Oberklaid, & Pedlow, 1994; Rothbart et al., 2001). Il CBQ è stato progettato utilizzando un approccio diverso: gli item sono stati creati razionalmente sulla base delle definizioni concettuali di ciascuna scala temperamentale (Rothbart et al., 2001). Le analisi fattoriali hanno identificato in modo affidabile che le dimensioni principali alla base delle scale del CBQ, derivate dall'Infant Behavior Questionnaire (Rothbart, 1981) e dal Physiological Reactions Questionnaire (Derryberry & Rothbart, 1988) per l'età adulta, sono tre: la Surgency (Estroversione), la Negative Affectivity (affettività negativa) e l'Effortful Control (il controllo efficace). Da un'ulteriore analisi fattoriale sono emerse delle sotto-scale, le quali rendono l'analisi di ciascun dominio più precisa (Rothbart et al., 2001).

La versione standard del CBQ comprende 195 item che valutano le seguenti 15 scale (da 12-14 item ciascuna): Activity Level, Anger/Frustration, Approach/Positive Anticipation, Attentional Focusing, Discomfort, Falling Reactivity/Soothability, Fear, High Intensity Pleasure, Impulsivity, Inhibitory Control, Low Intensity Pleasure, Perceptual Sensitivity, Sadness, Smiling e Laughter, e Shyness (Putnam & Rothbart, 2006).

Per ogni item, ai genitori/caregiver viene chiesto di valutare il comportamento del bambino su una scala da 1 (estremamente falso) a 7 (estremamente vero) punti. C'è anche l'opzione di risposta "non applicabile" (NA) nel caso in cui il bambino non sia mai stato osservato nella situazione descritta dall'item. I punteggi di ogni scala vengono calcolati facendo la media dei punteggi degli item applicabili (Putnam & Rothbart, 2006).

Le scale del CBQ hanno mostrato una solida affidabilità, con buoni livelli di coerenza interna e di stabilità temporale (Rothbart et al., 2001). Le analisi strutturali hanno confermato una forte validità di costrutto, e la struttura fattoriale si è dimostrata coerente tra varie fasce di età e tra diverse culture (Rothbart et

al., 2001). La validità convergente è stata supportata da una serie di fonti, tra cui l'accordo dei genitori e la previsione di modelli di comportamento sociale e di laboratorio (Rothbart et al., 2001).

Un suggerimento ai futuri tentativi di revisione dello strumento proviene dall'analisi delle stime di coerenza interna e delle correlazioni tra voce della dimensione e totale, le quali raccomandano di considerare una maggiore omogeneità nel contenuto degli item all'interno di ogni scala (Rothbart et al., 2001).

### **2.1.2 TEMPERAMENTO E DISTURBI SPECIFICI DELL'APPRENDIMENTO**

Come abbiamo ampiamente discusso nel primo capitolo, comprendere perché alcuni bambini hanno difficoltà di apprendimento e ritardano nell'acquisizione della lettura è fondamentale per individuare modalità di intervento precoci e di conseguenza migliorare i loro risultati scolastici. A questo scopo può essere importante tener conto delle differenze individuali nel temperamento di chi si avvicina all'acquisizione della lettura (Deater-Deckard et al., 2009). Infatti, nel loro modello della "goodness of fit", Chess e Thomas (1996) sottolineano il ruolo di mediatore che riveste il temperamento nelle situazioni di apprendimento (Coplan, Barber, & Lagacé-Séguin, 1999). Per questo motivo è ragionevole ipotizzare che alcune caratteristiche temperamentali possano contribuire a spiegare le differenze nelle modalità e nell'efficienza dell'apprendimento (Usai et al., 2007).

Studiare gli effetti additivi e interattivi del temperamento sui differenti aspetti dello sviluppo cognitivo di bambini in età scolare e pre-scolare e scolare, è stato l'obiettivo di molti lavori recenti (per una meta-analisi Nasvytiené & Lazdauskas, 2021; Usai et al., 2007). Diversi sono gli studi che hanno confermato l'idea che specifici tratti temperamentali influenzano il rendimento scolastico in contesti educativi (Martin, Drew, Gaddis, & Moseley, 1988; Keogh, 2003; Duckworth & Allred, 2012). A questo proposito, Axia e collaboratori (1994) hanno sottolineato l'importanza del fattore dell'autoregolazione dell'attenzione e del comportamento nel processo di apprendimento. Ulteriori ricerche hanno trovato correlazioni significative tra alcune dimensioni temperamentali come la persistenza,

l'adattabilità, il livello di attività motoria e la regolazione dei comportamenti con i risultati scolastici, supportando l'idea che alcune caratteristiche temperamentali possano facilitare l'apprendimento dei bambini (Martin, 1989; Newman, Noel, Chen, & Matsopoulos, 1998; Vermigli & Attili, 2001).

Deater-Deckard e colleghi nel loro lavoro del 2009 hanno esplorato l'impatto di due dimensioni temperamentali specifiche, l'EC e la SU, sullo sviluppo delle abilità di lettura nei bambini. Queste dimensioni riflettono differenze individuali nei meccanismi cerebrali legati all'attivazione, alla tendenza ad avvicinarsi a nuovi stimoli piuttosto che a ritirarsi da essi e alla regolazione dell'arousal. Tali meccanismi sono cruciali per il completamento efficace di compiti cognitivamente impegnativi come può essere l'apprendimento (Nęcka, 2003; Posner & Rothbart, 2007). I risultati di questo studio hanno dimostrato che i bambini con punteggi più alti nell'EC mostravano migliori capacità di lettura. La SU ha mostrato, invece, solo un effetto moderatore su tale correlazione: l'associazione positiva tra EC e capacità di lettura era presente solo nei bambini con un basso punteggio alla SU. In un altro studio, Wang e collaboratori (Wang, Soden, Deater-Deckard, Lukowski, Schenker, Willcutt, ... & Petrill, 2017), hanno dimostrato che un profilo temperamentale caratterizzato da un elevato punteggio nella dimensione della EC, una bassa SU e un basso punteggio nella NA mitiga le associazioni negative tra i rischi associati ad un basso stato socio-economico familiare (SES) e lo sviluppo delle capacità di lettura e matematiche in età scolare.

Con l'obiettivo di identificare precocemente i bambini esposti ad un maggior rischio di difficoltà di apprendimento così da mettere in atto tempestivamente strategie educative preventive, si è sviluppata una moderata letteratura anche sulle interazioni tra il temperamento e i prerequisiti alla base dell'apprendimento delle abilità scolastiche di bambini in età pre-scolare. In un'indagine condotta da Usai e colleghi nel 2007 si è visto come il successo nei predittori delle abilità accademiche sia associato a particolari profili temperamentali e come soprattutto la presenza di alta distraibilità, bassa persistenza sul compito ed elevata attività motoria siano alcune delle condizioni associate al rischio di incorrere in difficoltà di apprendimento.

Blair & Razza (2007) invece, hanno esaminato il ruolo svolto dalle funzioni esecutive (controllo inibitorio e shifting attenzionale), dell'EC e della Teoria della mente (comprensione delle false credenze), nell'acquisizione delle abilità matematiche e di lettura emergenti in bambini pre-scolari provenienti da famiglie con un basso status socio-economico (SES). I risultati hanno mostrato che ciascuno dei fattori presi in esame aveva un effetto specifico sull'acquisizione delle prime capacità matematiche e di alfabetizzazione indipendentemente dall'intelligenza generale. Nello specifico, la dimensione temperamentale dell'EC e aspetti di controllo inibitorio sono risultati positivamente associati alle abilità matematiche e al riconoscimento di lettere.

Uno studio longitudinale condotto da Coplan e colleghi (1999) su bambini in età pre-scolare ha voluto determinare se le caratteristiche temperamentali rappresentassero dei predittori delle prime abilità di alfabetizzazione e di calcolo indipendentemente dal genere, dall'educazione familiare e dal vocabolario ricettivo. Quello che hanno trovato è stato che i bambini con maggiori capacità attentive, livelli di attività inferiori e una più bassa emotività negativa, avevano prestazioni migliori negli indici precoci di alfabetizzazione e di calcolo. In conclusione, i risultati di questo studio supportano l'ipotesi secondo cui queste caratteristiche temperamentali predirebbero in modo univoco le abilità di lettura, di scrittura e di calcolo indipendentemente da altre variabili.

Più recentemente, uno studio longitudinale in merito è stato condotto dal gruppo di ricerca di Lavigne (Lavigne, Hopkins, Gouze, & Russo, 2023). In questo lavoro gli autori hanno voluto ipotizzare un modello multifattoriale dei rischi associati alle difficoltà nell'acquisizione dei primi risultati accademici valutandoli in una serie di ambiti diversificati. Tra questi fattori sono state prese in considerazione tre dimensioni temperamentali: NA, EC e Sensory Regulation. I risultati confermano l'esistenza di un'influenza tra il temperamento e l'acquisizione delle abilità di lettura. In particolare, lo studio di Lavigne mostra l'effetto diretto della NA sulle precoci capacità di lettura; effetto, però, non trovato sulle capacità di calcolo. Inoltre, emerge una piccola, ma significativa, correlazione tra i livelli di EC e i risultati nella lettura e nella matematica; relazione che perde però significatività quando nel modello vengono incluse anche le abilità verbali e la NA. In

conclusione, la quantità di dati a supporto di un effetto delle caratteristiche temperamentali sull'acquisizione delle prime abilità scolastiche è notevole, anche se, ad oggi, alquanto eterogenea e talvolta controversa. In definitiva, la maggior parte dei lavori sembra convergere verso l'affermazione del contributo positivo del fattore dell'EC, negativo della NA e indefinito della SU sugli apprendimenti (Nasvytienė & Lazdauskas, 2021). Questi risultati sottolineano l'importanza di considerare le differenze individuali nel temperamento quando l'obiettivo è indagare e generare metodi per migliorare i risultati dei bambini nella lettura, e gettano le basi per insegnare strategie di apprendimento sempre più personalizzate.

## **2.2 DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NELLO SVILUPPO**

I problemi emotivo-comportamentali in età infantile riguardano le difficoltà che i bambini possono avere nel gestire ed esprimere le proprie emozioni e, di conseguenza, i propri comportamenti. Queste difficoltà possono manifestarsi in molti modi e talvolta evolvere in veri e propri disturbi psicopatologici. La ricerca in quest'ambito si è concentrata su due specifiche categorie di comportamenti problematici: quelli definiti internalizzanti, che sono caratterizzati da un eccessivo autocontrollo, e quelli definiti esternalizzanti, caratterizzati invece da autocontrollo ridotto (Hinshaw, 1992; Bub, McCartney, & Willett, 2007). In particolare, i bambini con comportamenti internalizzanti tendono, per l'appunto, a "internalizzare" le loro emozioni, il che li porta a sperimentare frequentemente stati di ansia, paura, bassa autostima e ritiro sociale. Al contrario, i bambini con comportamenti esternalizzanti mostrano più spesso aggressività, impulsività, dirompenza, iperattività, difficoltà a mantenere relazioni sociali e a rispettare le regole (Campbell, 1955; Achenbach & Edelbrock, 1978; Campbell, 2002; Bub et al., 2007; Gilliom & Shaw, 2004). Diversi studi suggeriscono che i problemi di esternalizzazione e internalizzazione si verificano spesso insieme,

indipendentemente dalla fase di sviluppo (Anderson, Williams, McGee, & Silva, 1987; Rose, Rose, & Feldman, 1989; Achenbach, Howell, Quay, Conners, & Bates, 1991; Lavigne, Gibbons, Christoffel, Arend, Rosenbaum, Binns, ... & Isaacs, 1998).

Sebbene la maggior parte dei comportamenti dei bambini piccoli sia considerata “normale” e tipica in particolari fasi di sviluppo, e ci si aspetta che siano temporanei e superabili (Mathiesen & Sanson, 2000; Campbell, 2002; Bub et al., 2007), alcuni schemi comportamentali possono destare preoccupazione. I comportamenti diventano problematici quando sono persistenti nel tempo e interferiscono con il normale sviluppo e funzionamento del bambino (Campbell, 1995; 2002; Bub et al., 2007).

Le stime di prevalenza suggeriscono che circa il 10% dei bambini in età prescolare presenta problemi comportamentali, di cui il 4-6% gravi (Briggs-Gowan, Carter, Skuban, & Horwitz, 2001; Raver & Knitze, 2002). I maschi sembrano essere più a rischio delle femmine, soprattutto per quanto riguarda la cronicità della psicopatologia e i problemi di tipo esternalizzante (Bates, Bayles, Bennett, Ridge, & Brown, 1991; Keenan & Shaw, 1994; Bub et al., 2007). La letteratura in merito alla continuità omotipica o eterotipica di disturbi con esordio in età evolutiva è ad oggi controversa: alcuni studi convergono nell'affermare che solo una piccola percentuale dei bambini che presentano problemi emotivo-comportamentali durante la prima infanzia, continuano a mostrare problemi anche più avanti nel corso dello sviluppo (Crowther, Bond, & Rolf, 1981; Lavigne et al., 1998; Campbell, 2002; Bub et al., 2007), al contrario, un numero più ampio di lavori ha dimostrato una moderata stabilità nel tempo dei problemi comportamentali a livello intra-individuale (Egeland, Kalkoske, Gottesman, & Erickson, 1990; Campbell & Ewing, 1990; Moffitt, 1990; Campbell, March, Pierce, Ewing, & Szumowski, 1991; Campbell, 1995; Fox, Henderson, Rubin, Calkins, & Schmidt, 2001; Bub et al., 2007).

Le cause dell'insorgenza di problemi emotivo-comportamentali durante l'infanzia sono complesse e multifattoriali; la ricerca sui segnali precoci, precursori della psicopatologia, è cruciale per comprendere i percorsi eziologici. Attualmente non esiste una teoria eziologica unitaria che spieghi l'insorgenza di tutti i tipi di

disturbi. Tuttavia, le varie ipotesi eziologiche fino ad ora formulate convergono nel ricondurre a fattori genetici e ambientali e alla loro interazione la causa delle problematiche psicopatologiche (Gilliom & Shaw, 2004). È stato ampiamente dimostrato che una predisposizione genetica o anomalie neurobiologiche possono influenzare il comportamento e le risposte emotive di un bambino (Beidel, & Turner, 1997; Biederman, Faraone, Hirshfeld-Becker, Friedman, Robin, & Rosenbaum, 2001). La determinazione biologica interagisce poi con l'ambiente nell'influenzare i percorsi di sviluppo. Le caratteristiche temperamentali del bambino combinate con lo stile di parenting dei genitori o dei caregiver sono, insieme, influenze chiave (Gilliom & Shaw, 2004). Alcune teorie sostengono che i problemi cronici di esternalizzazione sono il risultato dell'interazione tra un temperamento difficile del bambino e una genitorialità instabile o assente (Patterson, Capaldi, & Bank, 1991; Moffitt, 1993; Lahey, Waldman, & McBurnett, 1999; Gilliom & Shaw, 2004). Le teorie che trattano lo sviluppo dei problemi internalizzanti, invece, tendono a concentrarsi sulla presenza o meno di un supporto emotivo da parte del caregiver nel periodo neonatale (Rubin & Mills, 1991; Cicchetti & Toth, 1998; Gilliom & Shaw, 2004). In questi modelli, i fattori contestuali, come il divorzio genitoriale o lo status socio-economico, sono considerati influenze secondarie piuttosto che primarie. In pratica, l'effetto di queste variabili contestuali durante l'infanzia dipenderebbe dal modo in cui impattano sulla relazione genitore-figlio (Gilliom & Shaw, 2004). Più in generale possiamo concludere che, sono svariati i fattori ambientali che contribuiscono all'eziologia della psicopatologia, tra questi, i più citati sono traumi, eventi stressanti, difficoltà sociali e difficoltà scolastiche, in aggiunta a fattori familiari, tra cui lo stile educativo, i conflitti familiari, l'attaccamento evitante o il maltrattamento.

### **2.2.1 LA VALUTAZIONE DEI PROBLEMI EMOTIVO-COMPORTAMENTALI NEI BAMBINI: LA CHILD BEHAVIOR CHECKLIST (CBCL)**

Le modalità con cui condurre una valutazione dei problemi emotivi e comportamentali nella prima infanzia sono molteplici. Queste includono la raccolta di informazioni dai genitori o dai caregiver tramite interviste, che possono

essere strutturate o semi-strutturate, l'uso di questionari o di scale di valutazione specifiche, oppure l'osservazione ecologica del bambino e delle sue interazioni con le figure di riferimento o con i pari, e infine, la conduzione di interviste dirette ai bambini con l'utilizzo di tecniche verbali o ludiche (Rescorla, 2005). Solitamente una valutazione completa del bambino usufruisce di una combinazione di tali metodi al fine di condurre una precisa analisi descrittiva del caso. Per quanto riguarda l'utilizzo di strumenti strutturati come le liste di controllo comportamentale, i risultati possono facilmente essere sintetizzati tramite punteggi su scale. Invece, per i dati provenienti dalle osservazioni naturalistiche e dalle interviste cliniche, questi vengono riassunti in resoconti narrativi che classificano il bambino su diverse dimensioni, codificando specifici comportamenti oppure valutando la presenza o assenza di sintomi per varie diagnosi (Rescorla, 2005).

Un comune metodo utilizzato per fare diagnosi nei bambini piccoli è quello di fare affidamento sul Manuale diagnostico e statistico (DSM-V) (APA, 2013). I disturbi classificati nel DSM-V di cui si fa diagnosi anche in età infantile sono: il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (ADHD), il disturbo oppositivo provocatorio, il disturbo dello spettro dell'autismo, il disturbo d'ansia di separazione, il mutismo selettivo, la fobia specifica, il disturbo d'ansia generalizzato, il disturbo depressivo maggiore, il disturbo dell'attaccamento reattivo, il disturbo bipolare e i disturbi alimentari. Manca però una ricerca epidemiologica sistematica sulla prevalenza, sulla struttura e sul potere discriminante dei criteri del DSM-V utilizzati per definire i disturbi in questa fascia d'età (Rescorla, 2005).

Un altro sistema di valutazione empirica dei problemi emotivo-comportamentali e delle competenze adattive nei bambini è composto dalle scale ASEBA (Achenbach System of Empirically Based Assessment) sviluppate da Thomas M. Achenbach (Achenbach & Rescorla, 2000, 2001, 2002; Achenbach, Newhouse, & Rescorla, 2004; Rescorla, 2005). Le principali caratteristiche di questo sistema di valutazione sono (Rescorla, 2005):

- L'uso di moduli semplici e di facile utilizzo per la valutazione;
- La generazione di profili di punteggi basati su sindromi derivate empiricamente e supportate da analisi statistiche;

- Profili di punteggi su scale orientate al DSM;
- La disponibilità di norme specifiche per età e sesso costruite su campioni nazionali rappresentativi
- La possibilità di confrontare sistematicamente le valutazioni ottenute da diversi informatori
- La generazione di punteggi relativi a tre scale: problemi internalizzanti, problemi esternalizzanti e problemi totali.

Ogni strumento ASEBA è stato progettato per una specifica fascia d'età. In particolare, alla valutazione dei problemi comportamentali ed emotivi nei bambini prescolari è dedicata la Child Behavior Checklist for ages 1.5-5 (CBCL/1.5-5). Questo strumento standardizzato è di facile utilizzo per più tipologie di professionisti che vogliono valutare i bambini nei loro diversi contesti di vita. Inoltre, è economico e non richiede tempo professionale o formazione né per la somministrazione né per l'elaborazione dei punteggi (Rescorla, 2005; Muratori, Narzisi, Iglizzi, Parrini, & Tancredi, 2008).

Solitamente i bambini in età infantile vengono valutati in diversi contesti e per motivi di varia natura. Inoltre, la valutazione deve tener conto delle differenze culturali, socioeconomiche, linguistiche e familiari. L'osservazione diretta del bambino e delle sue figure di riferimento è cruciale, ma è pur sempre limitata dalla naturale variabilità del comportamento infantile. Anche una valutazione clinica approfondita su più contesti e tempi potrebbe non catturare completamente l'ampiezza dei comportamenti del bambino. Poiché i bambini piccoli non sono in grado di descrivere il proprio stato emotivo o comportamentale, è fondamentale raccogliere informazioni dai genitori, caregiver e insegnanti che lo conoscono bene. Gli strumenti di valutazione devono quindi essere sufficientemente ampi per identificare una gamma diversificata di possibili problematiche (Rescorla, 2005). Sulla base di queste considerazioni la CBCL/1.5-5 è stata progettata per fornire punteggi normati su un'ampia varietà di scale di problemi comportamentali ed emotivi nei bambini sotto i 5 anni di età. Inoltre, include il Language Development Survey (LDS) utile a fornire uno screening dello sviluppo del linguaggio (Rescorla, 1989; 2005).

La CBCL/1.5-5 è un questionario che richiede la compilazione da parte dei genitori o caregiver del bambino, ed è formato da un totale di 100 item che è possibile valutare con un punteggio di 0 (non vero), 1 (abbastanza o talvolta vero) o 2 (molto o spesso vero) in base al comportamento del bambino negli ultimi due mesi (Achenbach & Rescorla, 2000; Rescorla, 2005). Questo strumento, tra quelli attualmente in uso per la valutazione del comportamento del bambino, è senz'altro quello più utilizzato negli studi epidemiologici in ambito internazionale (Bird, Canino, Gould, Ribera, Rubio-Stipec, Woodbury, ... & Sesman, 1987; Koot & Verhulst, 1991; Bird & Gould, 1995; Kroes, Kalff, Steyaert, Kessels, Feron, Hendriksen, ... & Vles, 2002; Rescorla, 2005). Si è dimostrato dotato di eccellenti proprietà psicometriche, tra cui un'alta affidabilità tra somministrazioni ripetute, stabilità nel tempo, e validità nella capacità di distinguere la popolazione generale da quella clinica (Tancredi, Milone, Floriani, Marcheschi, & Muratori, 2000; Tancredi, Picchi, Floriani, Seppia, & Muratori, 2002; Muratori et al., 2008). La CBCL/1.5-5, sebbene non sia principalmente noto come strumento di screening, ha dimostrato una solida capacità predittiva dei disturbi infantili, a partire dagli studi di Rescorla nel 1989 fino alle recenti revisioni del 2000, che identificano negli item profili orientati alle scale DSM (Muratori et al., 2008).

### **2.2.2 DIFFICOLTÀ EMOTIVO-COMPORTAMENTALI E DISTURBI SPECIFICI DELL'APPRENDIMENTO (DSA)**

Sappiamo dalla letteratura che esiste una significativa comorbidità tra DSA e Disturbi emotivo-comportamentali in età infantile. Circa il 30% dei bambini con DSA presenta anche problemi emotivi e comportamentali che possono variare ampiamente nelle loro manifestazioni e rientrare in quadri sintomatologici più internalizzanti o più esternalizzanti (McGee, Williams, Share, Anderson, & Silva, 1986; Prior, Smart, Sanson, & Oberklaid, 1999; Cristofani, Di Lieto, Casalini, Pecini, Baroncini, Pessina, ... & Milone, 2023). Per quanto riguarda i sintomi internalizzanti, i bambini con DSA sono più inclini a sperimentare ansia da separazione, ansia generalizzata e ansia sociale (Mammarella, Ghisi, Bomba, Bottesi, Caviola, Broggi, & Nacinovich, 2016; Cristofani et al., 2023), oltre a presentare spesso sintomi somatici più marcati e ad avere un aumentato rischio

di depressione (Willcutt & Pennington, 2000; Marinelli, Romano, Cristalli, Franzese, & Di Filippo, 2016; Cristofani et al., 2023). Sul fronte dei sintomi esternalizzanti si riscontrano più frequentemente disturbi oppositivi-provocatori e disturbi della condotta nei bambini con DSA, anche se la comorbidità più comune e più indagata è con il disturbo di attenzione e iperattività (ADHD), presente circa nel 25-45% dei soggetti con DSA (Huc-Chabrolle, Barthez, Tripi, Barthélémy, & Bonnet-Brilhault, 2010; DuPaul, Gormley, & Laracy, 2013; de la Côte-Sainte-Catherine, 2015; Altay & Gorker, 2018; Sahu, Patil, Sagar, & Bhargava, 2019; Horbach, Mayer, Scharke, Heim, & Günther, 2020; Cristofani et al., 2023).

La direzione della relazione tra DSA e problemi emotivo-comportamentali non è chiara e può essere interpretata in vari modi. C'è abbastanza disaccordo su come distinguere tra cause primarie e secondarie all'interno dei profili di difficoltà cognitivo-emotive associate. Alcuni autori hanno suggerito che la presenza di difficoltà di apprendimento e dunque l'insuccesso scolastico provochi un disagio emotivo nello studente a causa dei ripetuti fallimenti accademici o della bassa autostima (Meyer, 1983; Epstein & Cullinam, 1984; Bonifacci, Candria, & Contento, 2008). Al contrario, altri suggeriscono che difficoltà emotive e comportamentali possano impedire un adeguato investimento cognitivo nel processo di apprendimento, causato da poca motivazione, bassa tolleranza alla frustrazione o impulsività (Spren, 1989; Bonifacci et al., 2008; Cristofani et al., 2023). Tuttavia, il concetto di comorbidità presuppone che diverse condizioni cliniche possano manifestarsi contemporaneamente senza alcuna relazione causale diretta, ma piuttosto come espressione di un problema più ampio che ha una base neuropsicologica comune. A questo proposito, il "modello del deficit multiplo" propone che i vari disturbi siano interconnessi per molteplici fattori, e possano dunque emergere a causa dell'interazione tra più fattori di rischio, biologici, cognitivi e ambientali (Pennington, 2006; Williams & Lind, 2013; Cristofani et al., 2023).

Sono molti gli studi che hanno comunque tentato di indagare la natura della relazione tra DSA e problemi emotivo-comportamentali e i fattori che concorrono nel moderarla, anche se la maggior parte sono stati condotti su bambini con diagnosi di disturbi in una delle due aree. In questi casi la probabilità è che il

deficit “principale” in un’area produca i sintomi secondari nell’altra area (Bonifacci et al., 2008). Per chiarire il rapporto esistente tra apprendimento e aspetti emotivi sarebbe necessario prendere in considerazione specifiche tipologie di processi apprendimento e di aspetti emotivi esplicitandolo nel dettaglio. In particolare, per il dominio emotivo la ricerca si è prevalentemente riferita al concetto di emotività negativa per spiegare un insieme di emozioni come ansia e depressione che, pur non essendo necessariamente segni di una psicopatologia, influenzano il comportamento infantile (Watson & Clark, 1984; Clark & Watson, 1991; Malcarne & Ingram, 1994; Bonifacci et al., 2008). Sul piano cognitivo, invece, le aree di maggior interesse riguardano le difficoltà nella lettura e nella scrittura che sono tipiche dei DSA. Studi condotti su una popolazione adulta mostrano come la depressione influenzi la memoria e l’elaborazione delle informazioni, mentre altre ricerche dimostrano che l’ansia è legata a distorsioni nell’attenzione, anche in età evolutiva (Vasey, Daleiden, Williams, & Brown, 1995; Vasey, El-Hag, & Daleiden, 1996; Neshat-Doost, Taghavi, Moradi, Yule, & Dalgleish, 1998; Taghavi, Neshat-Doost, Moradi, Yule, & Dalgleish, 1999; Gotlib, Gilboa, & Sommerfeld, 2000; Bonifacci et al., 2008). Tuttavia, non ci sono ancora studi sufficienti riguardanti la relazione tra difficoltà emotive e l’apprendimento della letto-scrittura nei bambini. A questo proposito, Bonifacci e colleghi (2008) hanno voluto testare l’associazione tra specifiche abilità di alfabetizzazione, e le due espressioni principali dell’emotività negativa, cioè ansia e depressione, in una popolazione non patologica di bambini della scuola primaria. I risultati hanno mostrato che i bambini con alti livelli di affettività negativa, specificamente nella scala della depressione, presentavano difficoltà significative nella scrittura. Non è stata invece trovata una correlazione significativa tra lettura e affettività negativa.

In un altro studio, Bub e colleghi (2007) hanno indagato se vi fosse evidenza di una stabilità intra-individuale dei problemi comportamentali nel tempo e se i bambini con più alti livelli di problemi comportamentali a 24 mesi e un più rapido aumento di questi prima dell’ingresso a scuola, ottenessero poi risultati più scarsi ai test cognitivi in prima elementare. È emerso che i problemi comportamentali, sia internalizzanti che esternalizzanti, dei singoli bambini sembrano non essere stabili nel tempo. Inoltre, elevati livelli di questi comportamenti problematici,

soprattutto internalizzanti, rilevati a 24 mesi, correlano con un successivo rendimento scolastico inferiore in prima elementare. Questo dato dimostra che i bambini che hanno difficoltà emotivo-comportamentali già a 24 mesi sono più a rischio per successive difficoltà scolastiche.

Più recentemente, Cristofani e collaboratori (2023) hanno condotto un lavoro di ricerca con l'obiettivo di indagare le manifestazioni emotivo-comportamentali, attraverso la CBCL, di bambini e adolescenti con DSA, e valutare il ruolo di mediazione delle caratteristiche cognitive sulla relazione tra profilo CBCL e DSA. Dai risultati è emerso che il 48% dei soggetti con DSA manifesta sintomi emotivo-comportamentali con una predominanza dei disturbi internalizzanti (33%). Tuttavia, non è stata trovata una correlazione diretta tra i punteggi nelle scale della CBCL e le misure cognitive di apprendimento. Inoltre, dall'analisi di mediazione è emerso che la relazione tra difficoltà di apprendimento e regolazione comportamentale è mediata dalla memoria di lavoro.

I bambini con più sintomi esternalizzanti, come difficoltà nel controllare il comportamento e nel seguire le regole, potrebbero avere difficoltà a mantenere e aggiornare le informazioni verbali nella memoria di lavoro, influenzando così negativamente le loro abilità di apprendimento.

L'insieme di questi dati ci dimostra che, in alcuni bambini, problemi comportamentali seri e prolungati possono compromettere lo sviluppo degli apprendimenti, aggiungendosi così alla letteratura esistente sull'identificazione dei predittori del successo scolastico (Campbell, 2002; Bub et al., 2007). Nella valutazione delle abilità o disabilità di apprendimento è fondamentale dunque porre l'attenzione anche sulla sfera emotiva per un'analisi completa dei profili cognitivi. La reinterpretazione della complessa interazione tra profili cognitivi ed emotivo-comportamentali dei bambini con DSA necessita della coniugazione della valutazione neuropsicologica con quella psicopatologica (Cristofani et al., 2023). Le implicazioni positive che questo nuovo approccio avrebbe sulla pratica clinica sono evidenti: fornire un supporto psicologico ed emotivo ai soggetti con DSA o a rischio di incorrere in difficoltà scolastiche potrebbe migliorare il quadro complessivo dei loro percorsi di sviluppo. Non solo, questa strada può dirigere i clinici verso un riadattamento dei trattamenti cognitivi che tenga conto delle

peculiarità comportamentali del soggetto a cui sono diretti. Programmi di intervento sempre più personalizzati potrebbero massimizzarne l'efficacia dei percorsi di sviluppo e se implementati precocemente, prevenire esiti di sviluppo indesiderati.

## **CAPITOLO 3**

### **GLI EFFETTI DI UN TRATTAMENTO CON ACTION VIDEO GAME (AVG) SU BAMBINI PRESCOLARI A SVILUPPO TIPICO, CON E SENZA DELEZIONE DEL GENE DCDC2: UNO STUDIO LONGITUDINALE**

Come ampiamente discusso nei capitoli precedenti, la DE è un disturbo del neurosviluppo molto diffuso caratterizzato da deficit fonologici, visuo-attentivi e uditivi (Castles & Coltheart, 1993; Manis et al., 1996; Bosse et al., 2007; Facchetti et al., 2010; Valdois, 2022; Stein & Walsh, 1997; Vidyasagar & Pammer, 2010). Secondo un recente filone di ricerca condiviso, una disfunzione del sistema MD sarebbe una delle cause di questi deficit e dunque delle difficoltà di lettura (Gori et al., 2016b; Brannan & Williams, 1988; Talcott et al., 1998; Pammer & Wheatley, 2001; Rosli et al., 2009; Johnston et al., 2017). Inoltre, sia alla funzionalità del circuito magnocellulare che alle capacità di lettura sembrerebbe associata la delezione del gene DCDC2 (Cicchini et al., 2015; Gori et al., 2015). Una serie di dati convergono nel sostenere l'efficacia posseduta da un tipo particolare di videogiochi, gli AVG, nel migliorare l'efficienza del circuito magnocellulare portando a miglioramenti nell'attenzione e nell'elaborazione fonologica, e agendo così, a cascata, sulle abilità di lettura (Franceschini et al., 2013; Franceschini et al., 2015; Gori et al., 2016b; Franceschini et al., 2017; Peters et al., 2019; Bertoni et al., 2019; Franceschini & Bertoni, 2019; Bertoni et al., 2021; Bertoni et al., 2024).

Sulla base di tutte queste considerazioni, lo scopo della ricerca longitudinale qui riportata è quello di testare l'efficacia di un training di potenziamento con AVG su bambini in età pre-scolare con e senza la delezione del gene DCDC2 (fattore di rischio genetico). Per fare ciò l'idea è quella di testare i predittori consolidati dello sviluppo delle capacità di lettura, tramite specifici test neuropsicologici, prima e

dopo il potenziamento con AVG, e al follow-up di un anno. L'ipotesi è che il trattamento con AVG possa agire come fattore ambientale di protezione al successivo potenziale sviluppo di problematiche relate alla DE.

Qui descriveremo una parte, riguardante il primo anno, dello studio attualmente ancora in corso, e analizzeremo dei dati preliminari. In particolare, verrà presa in considerazione l'ipotesi di una possibile influenza dei fattori temperamentali ed emotivo-comportamentali dei soggetti presi in esame e misurati tramite appositi questionari (CBQ e CBCL/1.5-5) sugli esiti del trattamento con AVG. L'ipotesi è che specifici profili temperamentali ed emotivo-comportamentali rispondano diversamente al trattamento cognitivo, aprendo così la strada alla possibilità di individuare trattamenti sempre più personalizzati.

### **3.1 MATERIALI E METODI**

#### **3.1.1 PARTECIPANTI**

Il campione del primo anno di questo studio longitudinale è composto da 81 soggetti di cui 33 femmine e 48 maschi. Al momento del reclutamento, tutti i soggetti frequentavano l'ultimo anno della scuola dell'infanzia. Dall'analisi dei campioni salivari di ciascuno, il campione è stato diviso in due gruppi sulla base della presenza o assenza della delezione del gene DCDC2, che non differiscono statisticamente per età ( $t_{(79)}=1,04$  ;  $p=.30$ ). Il gruppo con delezione 2 dell'introne del gene DCDC2 è risultato composto da 12 bambini con età media (M) di 4,73 e deviazione standard (DS) di  $\pm 2,23$ . I restanti 69 bambini hanno formato il gruppo senza delezione del gene DCDC2 con età media (M) di 5,26 e deviazione standard (DS) di  $\pm 1,52$ .

Il campione è stato reclutato nelle province del nord di Italia di Padova, Como e Lecco. Le adesioni a partecipare alla ricerca sono state raccolte sulla volontà dei genitori/caregiver dei soggetti, i quali hanno firmato il consenso informato in cui venivano esplicitate le modalità e gli obiettivi dello studio.

### **3.1.2 MATERIALI E PROCEDURE**

Inizialmente, sono stati consegnati alle famiglie dei questionari volti ad indagare una serie di fattori tra cui: storia familiare, status socio-economico, tratti autistici genitoriali, abitudini di gioco nei bambini, possibile presenza di DE nei genitori, complicanze in gravidanza, eventi stressanti neonatali, microbiota intestinale dei bambini. Tra i vari questionari sono stati compilati anche la CBCL/1.5-5 (Achenbach, 1991; Achenbach e Rescorla, 2001) per la valutazione dei problemi emotivo-comportamentali in età prescolare, e la CBQ per la valutazione del temperamento in bambini tra i 3 e i 7 anni di età. Della CBCL è stata utilizzata una versione creata ad hoc selezionando gli item più utili ai fini di tale ricerca. Tale strumento ha prodotto tre punteggi aggregati: uno sulla scala dei problemi internalizzanti (che include i disturbi somatici, i profili ansiosi/depressi, emotivamente reattivi e ritirati), uno sulla scala dei problemi esternalizzanti (che include i problemi di attenzione e di comportamento aggressivo), e infine tutti gli item della scala CBCL/1.5-5 e C-TRF vengono sommati per ottenere un punteggio totale dei problemi emotivo-comportamentali. Inoltre, questo strumento fornisce anche punteggi su cinque scale orientate al DSM che riguardano: problemi affettivi, problemi d'ansia, problemi di deficit di attenzione/iperattività, problemi pervasivi dello sviluppo, problemi oppositivi-provocatori. Per tutte le scale (sia quelle per le sindromi basate empiricamente che quelle orientate al DSM) il punteggio di ciascuna viene calcolato sommando le valutazioni da 0 a 2 degli item che la compongono.

Per i problemi internalizzanti, esternalizzanti e totali, il range clinico è definito da punteggi T superiori a 64 (circa il 90° percentile). L'intervallo borderline è costituito da punteggi T compresi tra 60 e 63 (dall'84° al 90° percentile). E l'intervallo normale è costituito da punteggi T inferiori a 60 (inferiori all'84° percentile).

Della CBQ invece è stata utilizzata la versione breve italiana (CBQ-SF), e le Additional Scales (Matricardi, Albiero e Cigognetti, 2010), per un totale di 180 item. Questa versione fornisce punteggi in quattro macro-dimensioni, Surgency, Affettività positiva, Affettività negativa, Effortful control e nelle rispettive sottoscale (se vede la figura 1).



Figura 1. CBQ-SF, Scala di Effortful Control e Additional Scales - Adattamento italiano a cura di Giada Matricardi, Paolo Albiero, Eleonora Cigognetti, 2010

Inoltre, fornisce punteggi in delle scale aggiuntive che misurano l'aggressività (Aggression), l'empatia (Empathy), il senso di colpa/vergogna (Guilt/Shame), la richiesta di aiuto (Help Seeking) e la negatività (Negativity).

I punteggi di ogni scala e sottoscala sono calcolati come la media degli item che compongono la medesima, a cui è stato attribuito dal caregiver un valore numerico tra 1 e 7. Gli item che non hanno un valore numerico sono quelli a cui il caregiver non ha fornito una risposta o quelli a cui il caregiver ha indicato l'alternativa NA (non applicabile). Per alcuni item, prima di procedere con il calcolo della media, è necessario fare il reverse dei punteggi.

Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad una valutazione neuropsicologica prima (T0) e dopo il training con AVG (T1). I test a cui sono stati sottoposti in entrambe le valutazioni misurano i predittori delle abilità di lettura e sono:

- Il test di denominazione rapida (RAN) di lettere e colori (Denckla & Rudel, 1976);

- Il test del Salvadanaio, estratto dalla batteria "Movement Assessment Battery for Children" (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007);
- Il test delle barrette (Bertoni, Facoetti, Franceschini, Palazzi, & Ronzani, 2018);
- Il Coherent Dot Motion Task (CDMT) – task computerizzato (Gori et al., 2016b; Lazzaro et al., 2021);
- Il Visual Attention Span Test (VAST) – task computerizzato (vedi Goswami, 2015).

Inoltre, per la misura delle abilità fonologiche sono stati utilizzati il test di discriminazione di coppie minime (Marotta, Trasciani & Vicari, 2004) e il test di memoria a breve termine di non parole (Franceschini & Bertoni, 2019). Il primo misura la consapevolezza fonemica utilizzando come stimoli 15 coppie di pseudo-parole bisillabiche che differiscono solo per un fonema così da determinare un contrasto fonemico tra i due suoni (es. “paca” e “baca”, “cano” e “camo”). Nella somministrazione di questa prova, per evitare la lettura del labiale, lo sperimentatore ha fatto ascoltare una voce registrata per ogni coppia di pseudo-parole. Ha poi chiesto al bambino di giudicare se le pseudo-parole ascoltate di ciascuna coppia fossero identiche o diverse tra loro. È stato assegnato un punto per ogni risposta corretta, e la prova veniva interrotta dopo tre errori consecutivi. L’accuratezza al test è stata dettata dal numero di risposte corrette.

Il test di memoria a breve termine di non parole (MBT di non parole) misura invece la memoria di lavoro fonologica. In questo caso i bambini hanno ascoltato una serie di trigrammi di pseudo-parole, pronunciati dallo sperimentatore con la mano davanti la bocca, che dovevano poi ripetere nell’ordine corretto. Venivano inizialmente presentate due serie da due trigrammi. Se i bambini ripetevano correttamente almeno una serie da due trigrammi, veniva proposta una nuova serie con un trigramma aggiuntivo. Se invece entrambe le serie di uno stesso quantitativo di trigrammi venivano riportate erroneamente, l’attività veniva interrotta. È stato assegnato un punto per ogni fonema ripetuto correttamente e un punto per ogni trigramma ripetuto correttamente. Il compito poteva continuare fino ad un massimo di otto trigrammi.

Soltanto nella prima valutazione neuropsicologica, in T0, ogni soggetto è stato sottoposto anche al test per la valutazione della preferenza manuale di Briggs & Nebes (1975), e a due prove della batteria WPPSI - Wechsler preschool and primary scale of intelligence (1967) per la valutazione del QI: il test del Disegno con i cubi e il test delle Somiglianze. I due gruppi non hanno differito nella prestazione né al test del Disegno con i cubi (gruppo senza delezione  $M=27,96$  e  $DS=3,599$ ; gruppo con delezione  $M=29,42$  e  $DS=2,644$ ; ( $t_{(79)} = -1,34$  ;  $p = .18$ )), né al test delle Somiglianze (gruppo senza delezione  $M=23,30$  e  $DS=7,95$ ; gruppo con delezione  $M=21,42$  e  $DS=8,42$ ; ( $t_{(79)} = .75$  ;  $p = .45$ )).

Sia in T0 che in T1 al momento della valutazione è stato prelevato un campione di saliva da ogni soggetto rispettando le procedure di prelievo.

Dopo la prima valutazione neuropsicologica (T0), i soggetti sono stati suddivisi casualmente in gruppi di 6/7 bambini e hanno iniziato il training di potenziamento utilizzando "SuperTuxKart", un videogioco d'azione (AVG) considerato idoneo, dal sistema di classificazione Pan European Game Information (PEGI) che valuta l'adeguatezza del contenuto secondo la fascia di età, per bambini dai 3 anni in su. SuperTuxKart è un simulatore di guida open source e multiplatforma, simile al più noto Mario Kart. Il gioco offre due modalità: "multiplayer" e "giocatore singolo". Per il nostro campione è stata scelta la modalità "giocatore singolo", nella quale ogni partecipante gareggia contro avversari controllati dall'intelligenza artificiale, visualizzando il proprio kart sullo schermo. Ogni giocatore può scegliere tra venti personaggi diversi, con veicoli classificati in tre categorie di peso: leggeri, medi e pesanti. Ai partecipanti dello studio è stato consentito di selezionare, all'inizio di ogni sessione di gioco, uno tra i kart di tipo "medio". Il videogioco mette a disposizione ventuno piste, ognuna con ambientazioni e percorsi diversi, che includono ostacoli, oggetti in movimento, curve, salti, ponti, scorciatoie e premi, rendendo il gioco molto dinamico e complesso. Durante la corsa, i giocatori possono incontrare elementi che li penalizzano, rallentando o ostacolano la corsa (ad esempio le banane), o elementi che li avvantaggiano, offrendo la possibilità di andare più veloce o di ostacolare la corsa degli avversari (es. i pacchi regalo e le riserve di nitro). Ogni qual volta il giocatore esce fuori

pista, si blocca, o incontra una difficoltà, può premere l'icona di un uccello blu, il quale ha la funzione di soccorrere il kart riportandolo al centro della pista.

Il videogioco è stato erogato tramite un tablet Lenovo Tab M10 (3rd Gen), modello TB328FU, risoluzione di 1920x1200 pixel e schermo di 10.1 pollici, che i partecipanti dovevano tenere con entrambe le mani alle estremità, orientandolo in orizzontale e utilizzandolo come se fosse un volante. Ogni soggetto ha partecipato a un numero di sessioni compreso tra 15 e 20, ciascuna della durata di 45 minuti, distribuite nell'arco di tre settimane. Gli orari e i turni di gioco per ciascun gruppo sono stati stabiliti rispettando gli impegni scolastici e personali, al fine di massimizzare la partecipazione di ogni bambino al training. Ogni sessione prevedeva 20 minuti di gioco, seguiti da 5 minuti di pausa, e poi da altri 20 minuti di gioco, sotto la supervisione e gestione di almeno due sperimentatori, i quali avevano il compito di spiegare le modalità di gioco, gestire i tablet, impostare di volta in volta le piste, il numero di avversari e il numero di giri e assistere i partecipanti durante la gara.

Per la prima sessione, il protocollo ha previsto una serie di giri di prova così da permettere ai bambini di familiarizzare con il gioco, grazie anche all'aiuto degli sperimentatori. Al termine della prima sessione e nel corso di tutta la seconda sessione, i bambini hanno affrontato alcune piste in modalità "gran premio", che consiste nell'eseguire cinque piste diverse in sequenza, e altre in modalità "segui il leader" in cui, a differenza della "gara normale" del "gran premio" in cui l'obiettivo è arrivare primi, qui l'obiettivo è quello di ottenere il secondo posto rimanendo sempre dietro al primo kart in pista, ovvero il "leader". Dalla terza sessione in poi, i bambini hanno giocato in modo più autonomo seguendo sempre una sequenza standard di nove piste differenti svolte nella modalità "gara normale". Di queste nove, sette erano stabilite dal protocollo ed erano uguali per tutti i bambini e per tutte le sedute, mentre due potevano essere scelte liberamente ogni volta tra le piste disponibili. Inoltre, per ogni sessione, era prevista anche l'esecuzione di due piste in modalità "segui il leader". Le variabili manipolate dagli sperimentatori durante il training, che influenzavano la complessità del gioco, sono state il numero di giri per pista, il numero di avversari e il livello di difficoltà. Il protocollo ha previsto un numero fisso di giri per ogni pista

durante tutto il training, mentre il numero di avversari veniva aumentato progressivamente, partendo da tre nelle prime sessioni fino a raggiungere diciannove avversari nelle ultime. Per ogni soggetto, le prime dieci sedute sono state impostate in modalità "principiante"; dall'undicesima sessione si è passati alla difficoltà "intermedio", che comportava un aumento della velocità del kart sia del giocatore che degli avversari.

Il compito dello sperimentatore durante tutto il trattamento è stato quello di annotare, per ciascun soggetto, il tempo impiegato e la posizione in classifica per ogni pista eseguita. Inoltre, è stato registrato il miglior giro compiuto dal partecipante su ogni pista.

Alla fine del ciclo di sessioni di gioco ogni bambino è stato nuovamente sottoposto ad una valutazione neuropsicologica (T1) utilizzando gli stessi test cognitivi della valutazione in T0, tranne i due della WPPSI e il test della preferenza manuale (Briggs & Nebes, 1975), ma con stimoli e ordine di svolgimento diversi, stabiliti da due protocolli (A e B) casualmente assegnati ad ogni soggetto.

### **3.2 RISULTATI**

Innanzitutto, per poter procedere con l'analisi di correlazione tra gli esiti del trattamento con AVG e i fattori temperamentali ed emotivo-comportamentali dei soggetti presi in esame, sono stati creati degli indici di miglioramento per ogni prova cognitiva somministrata prima e dopo il trattamento in fase di valutazione (T0 e T1). Ogni indice è stato ricavato dal delta, ovvero dalla variazione nella prestazione tra T0, prima del trattamento con AVG, e T1, dopo il trattamento con AVG. Ogni delta è stato calcolato sottraendo il valore ottenuto dalla prestazione ad uno specifico test a T0 al valore ottenuto dalla prestazione allo stesso test a T1 e dividendo il risultato della sottrazione per il valore ottenuto dalla prestazione al test a T0:  $T1-T0/T0$ . Un'eccezione è rappresentata dall'indice di miglioramento nelle abilità fonologiche che è stato invece ricavato dalla somma dei delta in due prove cognitive che testano per l'appunto entrambe le abilità fonologiche: il test

di discriminazione di coppie minime (Marotta et al., 2004) e il test di memoria a breve termine di non parole (Franceschini & Bertoni, 2019).

Sono state poi eseguite delle correlazioni utilizzando come variabile indipendente le tre scale della CBCL (Problemi Esternalizzanti, Problemi Internalizzanti e Problemi Totali) e le 4 scale del temperamento (Negative Affectivity, Surgency, Positive Affectivity ed Effortful Control) e come dipendente tutti gli indici di miglioramento cognitivi. Le statistiche per ciascuna coppia di variabili sono state basate su tutti i casi con dei dati validi per tale coppia. I casi utilizzati per queste analisi sono 77.

Dall'analisi di correlazione abbiamo rilevato una correlazione significativa soltanto tra il punteggio della scala totale della CBCL e l'indice di miglioramento fonologico ( $r=.36$ ,  $p=.002$ ; se vede la figura 2).

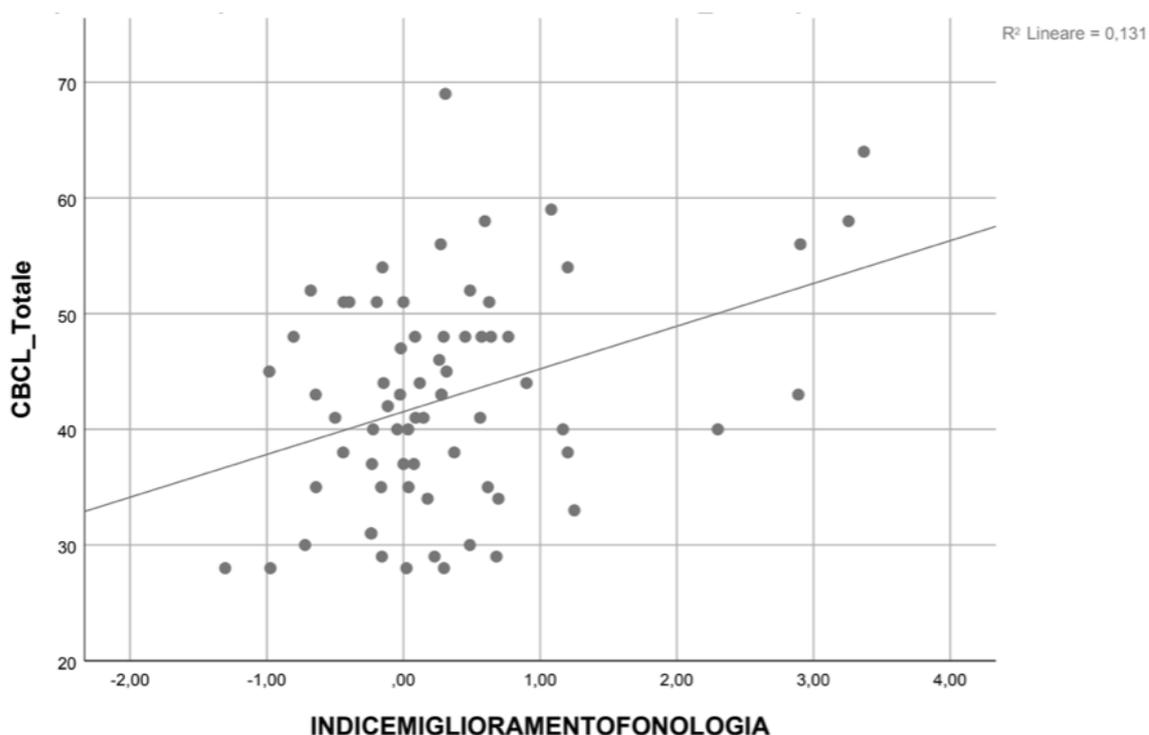


Figura 2. Dispersione semplice con curva di adattamento del punteggio nella CBCL totale per l'indice di miglioramento nella fonologia.

Un'altra correlazione significativa è stata rilevata tra la scala della Negative Affectivity del temperamento (CBQ) e l'indice di miglioramento fonologico ( $r=.25$ ,  $p=.04$ ; se vede la figura 3).

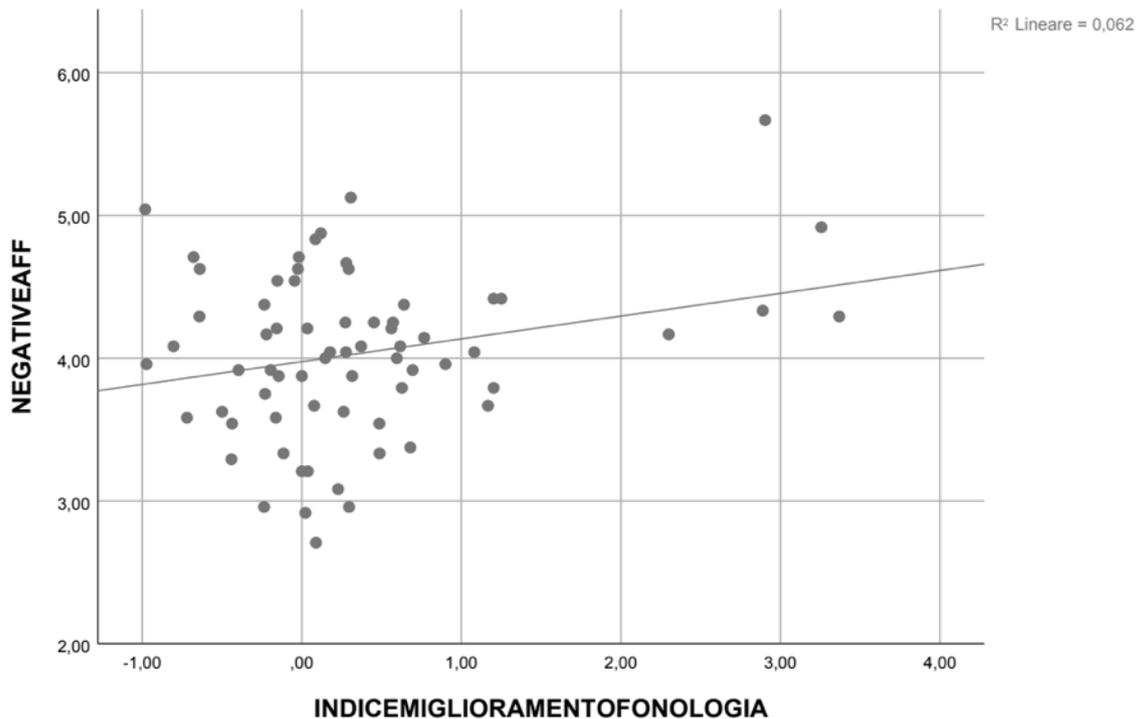


Figura 3. Dispersione semplice con curva di adattamento del punteggio nella scala della Negative Affectivity (CBQ) per l'indice di miglioramento nella fonologia.

Per capire la forza di tale correlazione, ovvero quanto le caratteristiche temperamentali e le difficoltà emotivo-comportamentali dei soggetti predicono il miglioramento nella fonologia dopo il trattamento, è stata condotta una analisi di regressione lineare multipla. Nello specifico, è stata svolta una regressione a blocchi in cui la variabile dipendente era il miglioramento nella fonologia e le variabili indipendenti erano tutte le quattro scale del temperamento e tutte le tre scale della CBCL. Quello che è emerso da quest'analisi è che le variabili che spiegano significativamente il miglioramento nella fonologia sono la Negative Affectivity ( $r^2\text{change}=.045$ ,  $p=.035$ ; se vede figura 4) del CBQ, e la scala della CBCL totale ( $r^2\text{change}=.111$ ,  $p=.013$ ; se vede figura 5).

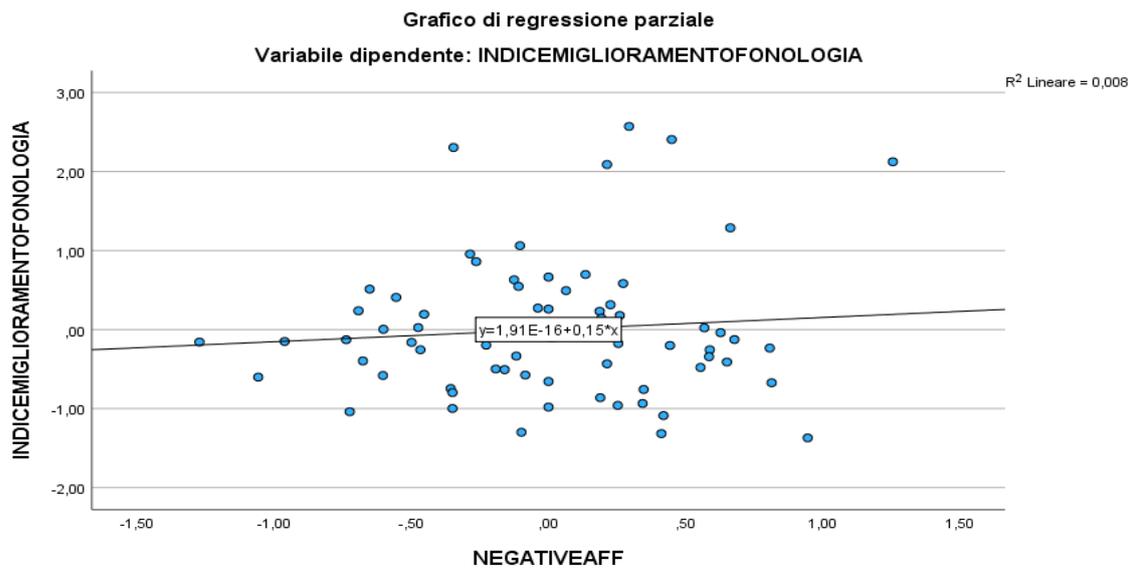


Figura 4. Grafico di regressione parziale in cui la variabile dipendente è l'indice di miglioramento nella fonologia e la variabile indipendente il punteggio ottenuto nella scala della Negative Affectivity del CBQ.

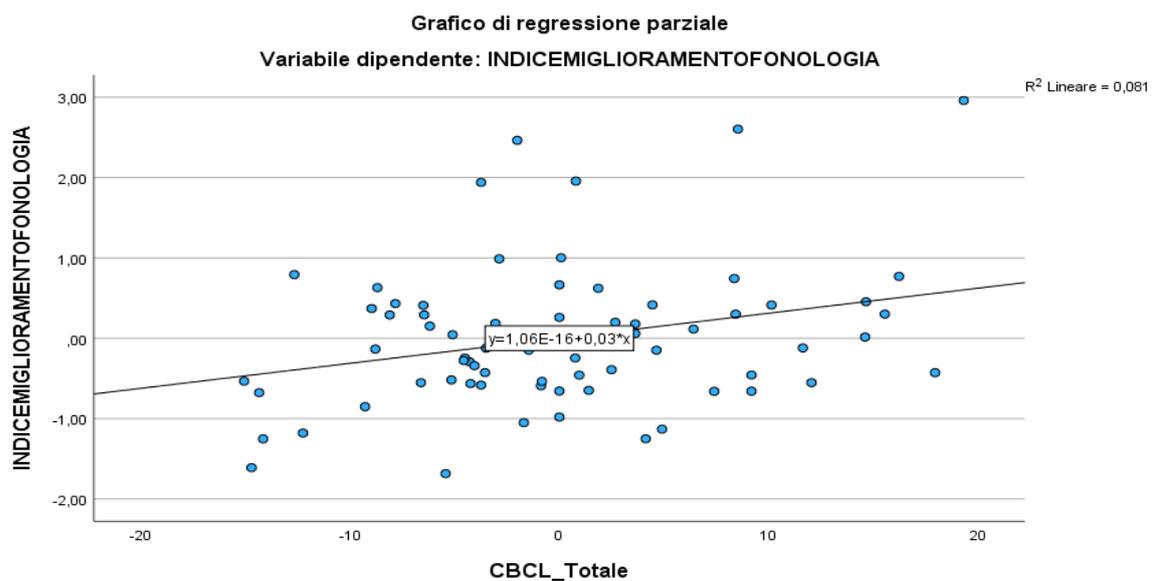


Figura 5. Grafico di regressione parziale in cui la variabile dipendente è l'indice di miglioramento nella fonologia e la variabile indipendente è il punteggio ottenuto nella scala della CBCL totale.

Tutte le analisi sono state condotte tramite SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), un software ampiamente utilizzato per l'analisi statistica dei dati nelle scienze sociali.

### 3.3 DISCUSSIONE

Lo studio qui descritto è volto a testare l'ipotesi di un possibile effetto sulle abilità di pre-lettura, in bambini pre-scolari con e senza delezione 2 dell'introne del gene DCDC2 (noto fattore di rischio per la DE), da parte di un training con AVG, e l'ipotesi che questo training possa funzionare da fattore protettivo per un possibile rischio di sviluppare DE in età scolare. In particolare, nel contesto di questa trattazione, lo specifico obiettivo della mia tesi è stato quello di svolgere un'indagine esplorativa sulla possibilità che specifici profili di personalità rispondano diversamente al trattamento con AVG. L'ipotesi di partenza è che l'effetto del trattamento sulle abilità cognitive di bambini prescolari possa essere in qualche modo mediato da aspetti temperamentali e da caratteristiche emotivo-comportamentali dei medesimi. Alla mia conoscenza, questo rappresenta il primo studio correlazionale nel testare questa specifica ipotesi. Con questo obiettivo sono stati utilizzati i dati raccolti dai questionari che indagano il temperamento (CBQ) e le difficoltà emotivo-comportamentali (CBCL) dei bambini in età infantile per delineare i differenti profili di personalità. Questi dati sono stati poi messi in relazione con la differenza nelle risposte ai test che misurano le abilità di pre-lettura prima e dopo il trattamento con AVG dei medesimi soggetti. I risultati delle analisi condotte supportano l'ipotesi di partenza in quanto hanno dimostrato che specifiche caratteristiche comportamentali e temperamentali sono associate a differenti prestazioni cognitive in seguito al training con AVG. In particolare, l'analisi correlazionale ha mostrato una relazione tra alcuni fattori personali e il miglioramento nelle abilità fonologiche dopo il periodo di potenziamento mediante AVG.

Nello specifico sembra che bambini con un temperamento più difficile, tendenti a sperimentare più frequentemente emozioni negative come ansia, tristezza, rabbia, irritabilità (alto livello di NA) sono anche coloro che dopo il trattamento con AVG migliorano di più nelle abilità fonologiche. Inoltre, anche i bambini con alti punteggi nella scala totale della CBCL, dunque con maggiori problematiche emotivo-comportamentali, sia di tipo internalizzante che esternalizzante, dopo il training con AVG, migliorano di più nelle prove fonologiche. L'analisi di

regressione conferma la direzione e la forza di tali relazioni, consentendoci di affermare che il miglioramento nelle competenze fonologiche dopo il trattamento con AVG è in parte spiegato dalle variabili della Negative Affectivity e della CBCL totale.

I dati emersi sono tra loro coerenti nel rilevare un miglioramento nelle prove fonologiche in coloro che hanno un profilo temperamentale, un'emotività e un comportamento più difficile, tendente a sperimentare stati d'ansia, tristezza, irritabilità e dunque potenzialmente a sviluppare psicopatologia.

Questi risultati trovano una spiegazione coerente all'interno della teoria della permeabilità all'ambiente di Belsky e Pluess (2009). Secondo tale teoria, caratteristiche individuali come il temperamento difficile e l'emotività negativa non rappresentano necessariamente fattori di vulnerabilità di per sé, ma possono piuttosto essere interpretate in termini di maggior permeabilità al contesto, sia in senso adattivo che disadattivo. A riguardo, recenti ricerche hanno dimostrato che i bambini con un temperamento più complesso e reattivo tendono a beneficiare maggiormente di un ambiente positivo (Lionetti, Pluess, & Barone, 2014).

Già dalle prime concettualizzazioni, questa teoria ha evidenziato come, per motivi evolutivisti legati alla sopravvivenza della specie, gli individui differiscano nel loro livello di sensibilità all'ambiente. Alcuni sono più suscettibili alle condizioni ambientali in cui crescono, manifestando sia una maggiore capacità di adattamento in ambienti favorevoli che un rischio più alto in ambienti di sviluppo sfavorevoli. Dunque, il grado di permeabilità all'ambiente può favorire o ostacolare l'adattamento a seconda della qualità dell'ambiente vissuto. Il modello sottolinea l'importanza della variabilità intra-individuale nella sensibilità all'ambiente per comprendere gli esiti evolutivi dell'interazione tra individuo e ambiente, avendo un significato evolutivo adattivo (Belsky & Pluess, 2009; Lionetti et al., 2014).

I bambini con un temperamento difficile, una maggiore reattività ed un'emotività negativa risultano più permeabili alle influenze del contesto (Lionetti et al., 2014). Una possibile spiegazione del perché coloro che hanno questo profilo emotivo-temperamentale siano più suscettibili alle condizioni ambientali risiede nel fatto che questo tipo di personalità riflette un sistema nervoso altamente sensibile, su

cui l'esperienza si registra in modo particolarmente forte, indipendentemente dal fatto che questa esperienza sia positiva o negativa (Blesky & Pluess, 2009).

Un'altra possibile spiegazione potrebbe riguardare la presenza di soglie più basse del piacere e del dispiacere in chi ha una reattività emotiva più marcata, rendendoli così individui più sensibili sia agli stimoli positivi che negativi provenienti dall'ambiente (Blesky & Pluess, 2009).

In questa prospettiva risulta chiaro che un ambiente stimolante e positivo come quello fornito da un trattamento con AVG effettuato in un contesto sicuro e di gruppo, sia stato percepito più intensamente da quei bambini con difficoltà emotivo-comportamentali e con un temperamento difficile. Essere più permeabili all'ambiente, e dunque al trattamento, ha permesso a questi bambini di trarne più beneficio e dunque di poter migliorare in alcune funzioni cognitive.

Un'interpretazione alternativa che non esclude quella appena descritta, ma potenzialmente la completa, è una interpretazione più neuropsicologica che prevede che essendo il controllo attenzionale la principale funzione che viene resa più efficiente con un trattamento riabilitativo, o preventivo nel nostro caso, basato su gli AVG, tale controllo risulta più compromesso nei bambini con un temperamento più difficile e maggiori difficoltà emotivo-comportamentali. Questo perché dalla letteratura sappiamo che un'efficiente regolazione delle emozioni, ovvero la capacità di monitorare, valutare e modulare le proprie reazioni emotive (Gross, 2007), è un fattore protettivo nei confronti del rischio di sviluppare psicopatologia. Infatti, la difficoltà nel regolare efficacemente le emozioni è una delle cause di insorgenza di psicopatologia (John & Gross, 2004). Saper regolare le proprie emozioni implica una buona funzionalità delle funzioni esecutive, dunque anche un efficace controllo attentivo (Thompson, 1994; Ochsner & Gross, 2005; Sheese, Rothbart, Posner, White, & Fraundorf, 2008). Sappiamo che la corteccia prefrontale (PFC) e la corteccia cingolata anteriore (ACC) sono le sedi principali dei meccanismi di controllo, nonché di quello attentivo, e che queste aree hanno forti connessioni con i sistemi cerebrali corticali e sottocorticali di generazione e gestione delle emozioni, come ad esempio il sistema limbico (Ochsner & Gross, 2005; Etkin, Egner, & Kalisch, 2011). Molti studi riportano, infatti, uno scarso controllo, dovuto ad una connettività funzionale debole tra aree

prefrontali e strutture limbico-paralimbiche, in pazienti con psicopatologia, a dimostrazione del forte legame tra controllo cognitivo e regolazione emotiva (Johnstone, van Reekum, Urry, Kalin, & Davidson, 2007; Contreras-Rodríguez, Pujol, Batalla, Harrison, Soriano-Mas, Deus, López-Solà, Macià, Pera, Hernández-Ribas, Pifarré, Menchón, & Cardoner, 2015). Queste evidenze supportano la seconda ipotesi interpretativa dei risultati del nostro studio, per cui i bambini che mostrano un temperamento più difficile e maggiori problemi emotivo-comportamentali sarebbero anche coloro con un più scarso controllo attenzionale. Per questo è ragionevole pensare che un trattamento riabilitativo con AVG che mira a potenziare proprio l'efficienza dei meccanismi di controllo attentivo apporterà molti più benefici in chi ha uno scarso controllo di questi meccanismi in partenza, dunque in coloro che sono anche più vulnerabili a livello emotivo-comportamentale.

Sarebbe interessante indagare in lavori futuri se, a seguito di un intervento con AVG, oltre che un miglioramento dei meccanismi attentivi, si possa riscontrare anche un miglior controllo emotivo. Un'evidenza simile potrebbe ampliare il beneficio, e dunque l'uso, dei programmi di intervento basati sugli AVG.

## CONCLUSIONI

Nonostante la coerenza dei risultati trovati con l'ipotesi iniziale e la loro collocazione all'interno di un quadro teorico, questo studio non manca di alcuni limiti metodologici e descrittivi. Innanzitutto, i dati si basano su un campione non troppo ampio. Per quanto riguarda i dati relativi al temperamento e alle problematiche comportamentali dei bambini, questi sono stati ottenuti soltanto con la somministrazione ai genitori o ai caregiver dei partecipanti di due questionari (CBQ e CBCL).

Inoltre, i nostri risultati non sono totalmente in linea con quelli della letteratura precedente, o meglio, sembrano collocarsi su una strada parallela. Infatti, abbiamo visto che nella maggior parte degli studi riguardanti la relazione tra variabili di personalità e difficoltà scolastiche, bambini con alti livelli di NA e maggiori problemi emotivo-comportamentali sono risultati essere coloro che manifestano più difficoltà nella lettura e nelle abilità accademiche in generale. I nostri dati, oltre a collocarsi temporalmente prima nel percorso di sviluppo del bambino, affermano che sono proprio questo tipo di personalità "difficili" a migliorare maggiormente nelle abilità di pre-lettura in seguito ad un training con AVG. Una possibile comunione di queste evidenze potrebbe essere data dal fatto che i bambini con una spiccata emotività negativa e con problemi nel comportamento siano più svantaggiati nell'apprendimento della lettura in età scolare se non trattati precedentemente, ma, se sottoposti a percorsi di potenziamento in età pre-scolare, traggono più beneficio degli altri da quest'esperienza, avendo soglie di sensibilità all'ambiente più elevate, dimostrando conseguentemente migliori capacità fonologiche.

A questo proposito sarebbe interessante andare ad indagare, in ricerche future, la performance di partenza nelle prove di pre-lettura di bambini con differenti profili di personalità in età pre-scolare, e misurare il cambiamento nella prestazione a seguito di un trattamento come quello da noi qui somministrato.

Comunque, i risultati di questo lavoro si aggiungono a quelli che costruiscono la strada per una medicina sempre più personalizzata. L'introduzione e la considerazione di variabili personologiche all'interno della valutazione e della

riabilitazione dei disturbi dell'apprendimento, come la DE, e più in generale di tutti i disturbi del neuro-sviluppo, permette la strutturazione di programmi di intervento personalizzati che tengano conto delle peculiarità di ogni singolo individuo, risultando così più adatti ed efficaci nel portare ad un miglioramento dei deficit del singolo. Tale ragionamento si adatta anche ad un'ottica preventiva, per cui prendere in considerazioni variabili come il temperamento e le problematiche emotivo-comportamentali del bambino già ad uno stadio precoce della sua crescita, permetterebbe l'instaurazione di programmi di intervento preventivi che vadano a deviare lo sviluppo da esiti indesiderati.

In conclusione, è sempre più evidente la necessità di includere e tener conto dei fattori temperamentali ed emotivo-comportamentali dei bambini, all'interno della strutturazione di trattamenti, sia preventivi che correttivi, per la DE, e più in generale per tutti i disturbi dell'apprendimento e del neurosviluppo.

## BIBLIOGRAFIA

Achenbach, T. M., & Edelbrock, C. S. (1978). The classification of child psychopathology: a review and analysis of empirical efforts. *Psychological bulletin*, 85(6), 1275.

Achenbach, T. M., Howell, C. T., Quay, H. C., Conners, C. K., & Bates, J. E. (1991). National survey of problems and competencies among four-to sixteen-year-olds: Parents' reports for normative and clinical samples. *Monographs of the society for research in child development*, i-130.

Achenbach, T. M. (1991). *Manual for the child behaviour check-list/4-18 and 1991 profile*. (No Title).

Achenbach, T. M., Newhouse, P. A., & Rescorla, L. A. (2004). *Manual for the ASEBA Older Adult Forms & Profiles*. Burlington, VT: Research Center for Children, Youth, and Families, University of Vermont.

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2000). *ASEBA preschool forms & profiles*. Burlington, VT: Research Center for Children, Youth and Families, University of Vermont.

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2001). *Manual for the ASEBA School-age Forms & Profiles*. Burlington, VT: Research Center for Children, Youth, and Families, University of Vermont.

Achenbach, T. M., & Rescorla, L. A. (2002). *Manual for the ASEBA Adult Forms & Profiles*. Burlington, VT: Research Center for Children, Youth, and Families, University of Vermont.

Ahadi, S. A., Rothbart, M. K., & Ye, R. (1993). Children's temperament in the US and China: Similarities and differences. *European Journal of Personality*, 7(5), 359-378.

Ahissar, M., & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends in cognitive sciences*, 8(10), 457-464.

Altay, M. A., & Görker, I. (2018). Assessment of psychiatric comorbidity and WISC-R profiles in cases diagnosed with specific learning disorder according to DSM-5 criteria. *Archives of Neuropsychiatry*, 55(2), 127.

American Psychiatric Association, editors. 2013. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Association.

Anderson, J. C., Williams, S., McGee, R., & Silva, P. A. (1987). DSM-III disorders in preadolescent children: Prevalence in a large sample from the general population. *Archives of general psychiatry*, 44(1), 69-76.

Axia, G. (1994). La valutazione precoce della personalità: il temperamento. La valutazione dello sviluppo. *Manuale di strumenti e metodi*, 175-226.

Bates, J. E., Bayles, K., Bennett, D. S., Ridge, B., & Brown, M. M. (1991). Origins of externalizing behavior problems at eight years of age. The development and treatment of childhood aggression, 17, 93-120.

Bates, J. E. (1989). Concepts and measures of temperament.

Bates, J. E., Wachs, T. D., & Vandenberg, G. R. (1995). Trends in research on temperament. *Psychiatric services (Washington, DC)*, 46(7), 661-663.

Bavelier, D., & Green, C. S. (2019). Enhancing attentional control: lessons from action video games. *Neuron*, 104(1), 147-163.

Beidel, D. C., & Turner, S. M. (1997). At risk for anxiety: I. Psychopathology in the offspring of anxious parents. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(7), 918-924.

Belsky, J., & Pluess, M. (2009). Beyond diathesis stress: differential susceptibility to environmental influences. *Psychological bulletin*, 135(6), 885.

Bertelli, B., & Bilancia, G. (2006). Batterie per la Valutazione dell'Attenzione Uditiva e della Memoria di Lavoro Fonologica nell'Età Evolutiva-VAUMeLF. Giunti Psychometric Edition, Florence.

Bertoni, S., Andreola, C., Mascheretti, S., Franceschini, S., Ruffino, M., Trezzi, V., ... & Facoetti, A. (2024). Action video games normalise the phonemic awareness in pre-readers at risk for developmental dyslexia. *npj Science of Learning*, 9(1), 25.

Bertoni, S., Facoetti, A., Franceschini, S., Palazzi, C. E., & Ronzani, D. (2018, November). A web application for reading and attentional assessments. In

Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good (pp. 142-147).

Bertoni, S., Franceschini, S., Puccio, G., Mancarella, M., Gori, S., & Facoetti, A. (2021). Action video games enhance attentional control and phonological decoding in children with developmental dyslexia. *Brain Sciences*, 11(2), 171.

Bertoni, S., Franceschini, S., Ronconi, L., Gori, S., & Facoetti, A. (2019). Is excessive visual crowding causally linked to developmental dyslexia?. *Neuropsychologia*, 130, 107-117.

Biederman, J., Faraone, S. V., Hirshfeld-Becker, D. R., Friedman, D., Robin, J. A., & Rosenbaum, J. F. (2001). Patterns of psychopathology and dysfunction in high-risk children of parents with panic disorder and major depression. *The American journal of psychiatry*, 158(1), 49–57.

Bird, H. R., Canino, G., Gould, M. S., Ribera, J., Rubio-Stipec, M., Woodbury, M., ... & Sesman, M. (1987). Use of the Child Behavior Checklist as a screening instrument for epidemiological research in child psychiatry: Results of a pilot study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 26(2), 207-213.

Bird, H. R., & Gould, M. S. (1995). The use of diagnostic instruments and global measures of functioning in child psychiatry epidemiological studies.

Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child development*, 78(2), 647-663.

Bloomfield, L. (1933). *Language*. New Yorks Holt, Rinehart and Winston.

Bonifacci, P., Candria, L., & Contento, S. (2008). Reading and writing: what is the relationship with anxiety and depression?. *Reading and Writing*, 21, 609-625.

Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, 129(3), 387-398.

Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.

Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read—a causal connection. *Nature*, 301(5899), 419-421.

Brannan, J. R., Solan, H. A., Ficarra, A. P., & Ong, E. (1998). Effect of luminance on visual evoked potential amplitudes in normal and disabled readers. *Optometry and Vision Science*, 75(4), 279-283.

Brannan, J. R., & Williams, M. C. (1988). THE EFFECTS OF AGE AND READING-ABILITY ON FLICKER THRESHOLD. *Clinical Vision Sciences*, 3(2), 137-142

Briggs, G. G., & Nebes, R. D. (1975). Patterns of hand preference in a student population. *Cortex*, 11(3), 230-238.

Briggs-Gowan, M. J., Carter, A. S., Skuban, E. M., & Horwitz, S. M. (2001). Prevalence of social-emotional and behavioral problems in a community sample of 1-and 2-year-old children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 40(7), 811-819.

Britten, K. H., Shadlen, M. N., Newsome, W. T., & Movshon, J. A. (1992). The analysis of visual motion: a comparison of neuronal and psychophysical performance. *Journal of Neuroscience*, 12(12), 4745-4765.

Bruck, M. (1998). Outcomes of adults with childhood histories of dyslexia. In C. Hulme & R. Joshi (Eds.), *Cognitive and linguistic bases of reading, writing, and spelling* (pp. 179–200). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Bub, K. L., McCartney, K., & Willett, J. B. (2007). Behavior problem trajectories and first-grade cognitive ability and achievement skills: A latent growth curve analysis. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 653.

Buchholz, J., & McKone, E. (2004). Adults with dyslexia show deficits on spatial frequency doubling and visual attention tasks. *Dyslexia*, 10(1), 24-43.

Buss, A. H., & Plomin, R. (1975). *A temperament theory of personality development*. Wiley-Interscience.

Buss, A. H., & Plomin, R. (1984). *Temperament: Early developing personality traits*.

Campbell, S. B. (1995). Behavior problems in preschool children: A review of recent research. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(1), 113-149.

Campbell, S. B. (2002). Behavior Problems in Preschool Children: Clinical and Developmental Issues.

Campbell, S. B., & Ewing, L. J. (1990). Follow-up of hard-to-manage preschoolers: Adjustment at age 9 and predictors of continuing symptoms. *Journal of child psychology and psychiatry*, 31(6), 871-889.

Campbell, S. B., March, C. L., Pierce, E. W., Ewing, L. J., & Szumowski, E. K. (1991). Hard-to-manage preschool boys: Family context and the stability of externalizing behavior. *Journal of abnormal child psychology*, 19, 301-318.

Callaway, E. M. (2005). Structure and function of parallel pathways in the primate early visual system. *The Journal of physiology*, 566(1), 13-19.

Carey, W. B., & McDevitt, S. C. (1995). Coping with children's temperament: A guide for professionals. Basic books.

Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180.

Cestnick, L., & Coltheart, M. (1999). The relationship between language-processing and visual-processing deficits in developmental dyslexia. *Cognition*, 71(3), 231-255.

Chase, C., & Jenner, A. R. (1993). Magnocellular visual deficits affect temporal processing of dyslexics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 682(1), 326-329.

Chess, S., & Thomas, A. (1996). Temperament: Theory and practice.

Chomsky, A. N. (1955). Transformational analysis. University of Pennsylvania.

Chomsky, N. (1957). Syntactic Structures

Christopher, M. E., Hulslander, J., Byrne, B., Samuelsson, S., Keenan, J. M., Pennington, B., ... & Olson, R. K. (2013). The genetic and environmental etiologies of individual differences in early reading growth in Australia, the United States, and Scandinavia. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(3), 453-467.

Cicchetti, D., & Toth, S. L. (1998). The development of depression in children and adolescents. *American psychologist*, 53(2), 221.

Cicchini, G. M., Marino, C., Mascheretti, S., Perani, D., & Morrone, M. C. (2015). Strong motion deficits in dyslexia associated with DCDC2 gene alteration. *Journal of Neuroscience*, 35(21), 8059-8064.

Clark, L. A., & Watson, D. (1991). Tripartite model of anxiety and depression: psychometric evidence and taxonomic implications. *Journal of abnormal psychology*, 100(3), 316.

Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.) *Strategies of information processing* (pp. 151–216). London: Academic Press.

Coltheart, M. (1985). Cognitive neuropsychology and the study of reading. In M. Posner & O. Marin (Eds.), *Attention and performance X1* (pp. 3–37). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel- distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589–608.

Coltheart, M., & Rastle, K. (1994). Serial processing in reading aloud: Evidence for dual-route models of reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1197–1211.

Contreras-Rodríguez, O., Pujol, J., Batalla, I., Harrison, B. J., Soriano-Mas, C., Deus, J., López-Solà, M., Macià, D., Pera, V., Hernández-Ribas, R., Pifarré, J., Menchón, J. M., & Cardoner, N. (2015). Functional Connectivity Bias in the Prefrontal Cortex of Psychopaths. *Biological psychiatry*, 78(9), 647–655.

Coplan, R. J., Barber, A. M., & Lagacé-Séguin, D. G. (1999). The role of child temperament as a predictor of early literacy and numeracy skills in preschoolers. *Early Childhood Research Quarterly*, 14(4), 537-553.

Cornelissen, P., Bradley, L., Fowler, S., & Stein, J. (1991). What children see affects how they read. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 33(9), 755-762.

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.

Cristofani, P., Di Lieto, M. C., Casalini, C., Pecini, C., Baroncini, M., Pessina, O., ... & Milone, A. (2023). Specific learning disabilities and emotional-behavioral difficulties: phenotypes and role of the cognitive profile. *Journal of Clinical Medicine*, 12(5), 1882.

Crowther, J. H., Bond, L. A., & Rolf, J. E. (1981). The incidence, prevalence, and severity of behavior disorders among preschool-aged children in day care. *Journal of abnormal child psychology*, 9, 23-42.

Deater-Deckard, K., Mullineaux, P. Y., Petrill, S. A., & Thompson, L. A. (2009). Effortful control, surgency, and reading skills in middle childhood. *Reading and writing*, 22, 107-116.

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.

Dehaene, S. (2010). *Reading in the brain: The new science of how we read*. Penguin.

de la Côte-Sainte-Catherine, C. (2015). ADHD and comorbid disorders in childhood psychiatric problems, medical problems, learning disorders and developmental coordination. *Clinical Psychiatry*, 1(1), 1-9.

Demb, J. B., Boynton, G. M., Best, M., & Heeger, D. J. (1998). Psychophysical evidence for a magnocellular pathway deficit in dyslexia. *Vision research*, 38(11), 1555-1559.

Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid 'automatized' naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14(4), 471-479.

Derryberry, D., & Rothbart, M. K. (1988). Arousal, affect, and attention as components of temperament. *Journal of personality and social psychology*, 55(6), 958.

Downie, A. L., Jakobson, L. S., Frisk, V., & Ushycky, I. (2003). Periventricular brain injury, visual motion processing, and reading and spelling abilities in

children who were extremely low birthweight. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 9(3), 440-449.

Duckworth, A. L., & Allred, K. M. (2012). Temperament in the classroom. *Handbook of temperament*, 627-644.

DuPaul, G. J., Gormley, M. J., & Laracy, S. D. (2013). Comorbidity of LD and ADHD: Implications of DSM-5 for assessment and treatment. *Journal of learning disabilities*, 46(1), 43-51.

Eden, G. F., Stein, J. F., Wood, H. M., & Wood, F. B. (1994). Differences in eye movements and reading problems in dyslexic and normal children. *Vision research*, 34(10), 1345-1358.

Eden, G. F., VanMeter, J. W., Rumsey, J. M., Maisog, J. M., Woods, R. P., and Zeffiro, T. A. (1996). Abnormal processing of visual motion in dyslexia revealed by functional brain imaging. *Nature* 382, 66–69. doi: 10.1038/382066a0

Egeland, B., Kalkoske, M., Gottesman, N., & Erickson, M. F. (1990). Preschool behavior problems: Stability and factors accounting for change. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 31(6), 891-909.

Enroth-Cugell, C., & Robson, J. G. (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *The Journal of physiology*, 187(3), 517-552.

Epstein, M. H., & Cullinan, D. (1984). Behavior problems of mildly handicapped and normal adolescents. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 13(1), 33-37.

Etkin, A., Egner, T., & Kalisch, R. (2011). Emotional processing in anterior cingulate and medial prefrontal cortex. *Trends in cognitive sciences*, 15(2), 85-93.

Evans, B. J., Drasdo, N., & Richards, I. L. (1994). An investigation of some sensory and refractive visual factors in dyslexia. *Vision research*, 34(14), 1913-1926.

Evans, D. E., & Rothbart, M. K. (2007). Developing a model for adult temperament. *Journal of research in personality*, 41(4), 868-888.

Facoetti, A., Lorusso, M., Cattaneo, C., Galli, R., & Molteni, M. (2005). Visual and auditory attentional capture are both sluggish in children with developmental dyslexia. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 65(1), 61-72.

Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Umiltà, C., & Mascetti, G. G. (2003). The role of visuospatial attention in developmental dyslexia: evidence from a rehabilitation study. *Cognitive brain research*, 15(2), 154-164.

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex*, 36(1), 109-123.

Facoetti, A., Trussardi, A. N., Ruffino, M., Lorusso, M. L., Cattaneo, C., Galli, R., ... & Zorzi, M. (2010). Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of cognitive neuroscience*, 22(5), 1011-1025.

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P., ... & Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive neuropsychology*, 23(6), 841-855.

Föcker, J., Cole, D., Beer, A. L., & Bavelier, D. (2018). Neural bases of enhanced attentional control: Lessons from action video game players. *Brain and Behavior*, 8(7), e01019.

Forster, K. I., & Chambers, S. M. (1973). Lexical access and naming time. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 627-635.

Fowler, M. S., & Stein, J. F. (1979). New evidence for ambilaterality in visual dyslexia. *Neuroscience Letters*, 3, 214.

Fox, N. A., Henderson, H. A., Rubin, K. H., Calkins, S. D., & Schmidt, L. A. (2001). Continuity and discontinuity of behavioral inhibition and exuberance: Psychophysiological and behavioral influences across the first four years of life. *Child development*, 72(1), 1-21.

Franceschini, S., Bertoni, S., Giancesini, T., Gori, S., & Facoetti, A. (2017). A different vision of dyslexia: Local precedence on global perception. *Scientific reports*, 7(1), 17462.

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.

Franceschini, S., Bertoni, S., Ronconi, L., Molteni, M., Gori, S., & Facoetti, A. (2015). "Shall we play a game?": Improving reading through action video games in developmental dyslexia. *Current Developmental disorders reports*, 2, 318-329.

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Pedrolli, K., & Facoetti, A. (2012). A causal link between visual spatial attention and reading acquisition. *Current biology*, 22(9), 814-819.

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current biology*, 23(6), 462-466.

Gabrieli, J. D., & Norton, E. S. (2012). Reading abilities: importance of visual-spatial attention. *Current biology*, 22(9), R298-R299.

Galaburda, A. M., Sherman, G. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: four consecutive patients with cortical anomalies. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 18(2), 222-233.

Gartstein, M. A., Kirchoff, C. M., & Lowe, M. E. (2024). Individual Differences in Temperament: A Developmental Perspective. In *WAIMH Handbook of Infant and Early Childhood Mental Health: Biopsychosocial Factors, Volume One* (pp. 31-48). Cham: Springer International Publishing.

Gilliom, M., & Shaw, D. S. (2004). Codevelopment of externalizing and internalizing problems in early childhood. *Development and psychopathology*, 16(2), 313-333.

Giraldo-Chica, M., Hegarty II, J. P., & Schneider, K. A. (2015). Morphological differences in the lateral geniculate nucleus associated with dyslexia. *NeuroImage: Clinical*, 7, 830-836.

Goldsmith, H. H., & Campos, J. J. (1982). Toward a theory of infant temperament. In *The development of attachment and affiliative systems* (pp. 161-193). Boston, MA: Springer US.

Gong, D., Ma, W., Gong, J., He, H., Dong, L., Zhang, D., ... & Yao, D. (2017). Action Video Game Experience Related to Altered Large-Scale White Matter Networks. *Neural Plasticity*, 2017(1), 7543686.

Gori, S., Mascheretti, S., Giora, E., Ronconi, L., Ruffino, M., Quadrelli, E., ... & Marino, C. (2015). The DCDC2 intron 2 deletion impairs illusory motion perception unveiling the selective role of magnocellular-dorsal stream in reading (dis) ability. *Cerebral Cortex*, 25(6), 1685-1695.

Gori, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2016a). Visual illusions: An interesting tool to investigate developmental dyslexia and autism spectrum disorder. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 175.

Gori, S., Seitz, A. R., Ronconi, L., Franceschini, S., & Facoetti, A. (2016b). Multiple causal links between magnocellular–dorsal pathway deficit and developmental dyslexia. *Cerebral Cortex*, 26(11), 4356-4369.

Goswami, U. (2015). Sensory theories of developmental dyslexia: three challenges for research. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(1), 43-54.

Gotlib, I. H., Gilboa, E., & Sommerfeld, B. K. (2000). Cognitive functioning in depression. *Anxiety, depression, and emotion*, 133-163.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action-video-game experience alters the spatial resolution of vision. *Psychological science*, 18(1), 88-94.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2006a). Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance*, 32(6), 1465.

Green, C. S., & Bavelier, D. (2006b). Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players. *Cognition*, 101(1), 217-245.

Gross, J. J. (2007). *Handbook of emotion regulation*.

Hämäläinen, J. A., Leppänen, P. H., Guttorm, T. K., & Lyytinen, H. (2008). Event-related potentials to pitch and rise time change in children with reading disabilities and typically reading children. *Clinical Neurophysiology*, 119(1), 100-115.

Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in cognitive sciences*, 5(12), 525-532.

Harlaar, N., Butcher, L. M., Meaburn, E., Sham, P., Craig, I. W., & Plomin, R. (2005). A behavioural genomic analysis of DNA markers associated with general cognitive ability in 7-year-olds. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(10), 1097-1107.

Harrar, V., Tammam, J., Pérez-Bellido, A., Pitt, A., Stein, J., & Spence, C. (2014). Multisensory integration and attention in developmental dyslexia. *Current Biology*, 24(5), 531-535.

Harries, P., Hall, R., Ray, N., & Stein, J. (2015). Using coloured filters to reduce the symptoms of visual stress in children with reading delay. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 22(2), 153-160.

Harris, M., & Coltheart, M. (1986). *Language processing in children and adults: An introduction*. London: Routledge & Kegan Paul.

Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *edition 2. Movement assessment battery for children*. London, UK. The Psychological Corporation.

Hill, G. T., & Raymond, J. E. (2002). Deficits of motion transparency perception in adult developmental dyslexics with normal unidirectional motion sensitivity. *Vision Research*, 42(9), 1195-1203.

Hinshaw, S. P. (1992). Externalizing behavior problems and academic underachievement in childhood and adolescence: causal relationships and underlying mechanisms. *Psychological bulletin*, 111(1), 127.

Horbach, J., Mayer, A., Scharke, W., Heim, S., & Günther, T. (2020). Development of behavior problems in children with and without specific learning disorders in reading and spelling from kindergarten to fifth grade. *Scientific studies of reading*, 24(1), 57-71.

Huc-Chabrolle, M., Barthez, M. A., Tripi, G., Barthélémy, C., & Bonnet-Brilhault, F. (2010). Les troubles psychiatriques et psychocognitifs associés à la dyslexie de développement: un enjeu clinique et scientifique. *L'encéphale*, 36(2), 172-179.

Huettig, F., Lachmann, T., Reis, A., & Petersson, K. M. (2017). Distinguishing cause from effect—many deficits associated with developmental dyslexia may be

a consequence of reduced and suboptimal reading experience. *Neuroscience*, 33(3), 333-350.

Iles, J., Walsh, V., & Richardson, A. (2000). Visual search performance in dyslexia. *Dyslexia*, 6(3), 163-177.

John, O. P., & Gross, J. J. (2004). Healthy and unhealthy emotion regulation: Personality processes, individual differences, and life span development. *Journal of personality*, 72(6), 1301-1334.

Johnstone, T., Van Reekum, C. M., Urry, H. L., Kalin, N. H., & Davidson, R. J. (2007). Failure to regulate: counterproductive recruitment of top-down prefrontal-subcortical circuitry in major depression. *Journal of Neuroscience*, 27(33), 8877-8884.

Johnston, R., Pitchford, N. J., Roach, N. W., & Ledgeway, T. (2017). New insights into the role of motion and form vision in neurodevelopmental disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 83, 32-45.

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*, 14(2), 95-115.

Keenan, K., & Shaw, D. S. (1994). The development of aggression in toddlers: A study of low-income families. *Journal of abnormal child psychology*, 22, 53-77.

Keogh, B. K. (2003). *Temperament in the classroom: Understanding individual differences*. Paul H. Brookes Publishing Co..

Kere, J. (2011). *Molecular genetics and molecular biology of dyslexia*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 2(4), 441-448.

Kirkby, J. A., Webster, L. A., Blythe, H. I., & Liversedge, S. P. (2008). Binocular coordination during reading and non-reading tasks. *Psychological bulletin*, 134(5), 742.

Kolb, H., Linberg, K. A., & Fisher, S. K. (1992). Neurons of the human retina: a Golgi study. *Journal of comparative neurology*, 318(2), 147-187.

Koot, H. M., & Verhulst, F. C. (1991). Prevalence of problem behavior in Dutch children aged 2-3. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 83, 1-37.

Kroes, M., Kalff, A. C., Steyaert, J., Kessels, A. G., Feron, F. J., Hendriksen, J. G., ... & Vles, J. S. (2002). A longitudinal community study: do psychosocial risk factors and child behavior checklist scores at 5 years of age predict psychiatric diagnoses at a later age?. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 41(8), 955-963.

Lahey, B. B., Waldman, I. D., & McBurnett, K. (1999). Annotation: The development of antisocial behavior: An integrative causal model. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 40(5), 669-682.

Landerl, K., Freudenthaler, H. H., Heene, M., De Jong, P. F., Desrochers, A., Manolitsis, G., ... & Georgiou, G. K. (2019). Phonological awareness and rapid automatized naming as longitudinal predictors of reading in five alphabetic orthographies with varying degrees of consistency. *Scientific Studies of Reading*, 23(3), 220-234.

Lavigne, J. V., Gibbons, R. D., Christoffel, K. K., Arend, R., Rosenbaum, D., Binns, H., ... & Isaacs, C. (1998). Prevalence rates and correlates of psychiatric disorders among preschool children.

Lavigne, J. V., Hopkins, J., Gouze, K. R., & Russo, J. (2023, October). Age 4 predictors of age 5 academic achievement: A multi-domain model of contextual, parent, and child effects. In *Child & Youth Care Forum* (Vol. 52, No. 5, pp. 1145-1178). New York: Springer US.

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.

Lawton, T., Shelley-Tremblay, J., & Stein, J. (2022). Visual Neural Timing Problems May Interfere with Reading, Attention, and Memory: Looking Beyond 20/20 Acuity. *Optometry & Visual Performance*, 10(1).

Laycock, R., Crewther, D. P., & Crewther, S. G. (2008). The advantage in being magnocellular: a few more remarks on attention and the magnocellular system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(8), 1409-1415.

Lazzaro, G., Bertoni, S., Menghini, D., Costanzo, F., Franceschini, S., Varuzza, C., ... & Vicari, S. (2021). Beyond reading modulation: temporo-parietal tDCS alters visuo-spatial attention and motion perception in dyslexia. *Brain Sciences*, 11(2), 263.

Lefly, D. L., & Pennington, B. F. (1991). Spelling errors and reading fluency in compensated adult dyslexics. *Annals of Dyslexia*, 41, 143–162.

Liberman, A., Cooper, F., Shankweiler, D., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, 74, 431–461.

Liberman, I. Y., Shankweiler, D., Liberman, A., Fowler, L., & Fischer, F. W. (1977). *Phonetic segmentation in the beginning reader. Toward a psychology of reading*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Liberman, I. Y., Shankweiler, D., & Liberman, A. M. (1989). The alphabetic principle and learning to read.

Lionetti, F., Pluess, M., & Barone, L. (2014). Vulnerabilità, resilienza o differente permeabilità? Un confronto tra modelli per lo studio dell'interazione individuo-ambiente. *Psicologia clinica dello sviluppo*, 18(2), 163-182.

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*, 88(18), 7943-7947.

Logan, J. A., Hart, S. A., Cutting, L., Deater-Deckard, K., Schatschneider, C., & Petrill, S. (2013). Reading development in young children: Genetic and environmental influences. *Child development*, 84(6), 2131-2144.

Lonigan, C. J., & Whitehurst, G. J. (1998). Relative efficacy of parent and teacher involvement in a shared-reading intervention for preschool children from low-income backgrounds. *Early childhood research quarterly*, 13(2), 263-290.

Lovegrove, W., Martin, F., Bowling, A., Blackwood, M., Badcock, D., & Paxton, S. (1982). Contrast sensitivity functions and specific reading disability. *Neuropsychologia*, 20(3), 309-315.

Lovett, M. W., Ransby, M. J., Hardwick, N., Johns, M. S., & Donaldson, S. A. (1989). Can dyslexia be treated? Treatment-specific and generalized treatment effects in dyslexic children's response to remediation. *Brain and language*, 37(1), 90-121.

Malcarne, V. L., & Ingram, R. E. (1994). *Cognition and negative affectivity*. In *Advances in clinical child psychology* (pp. 141-176). Boston, MA: Springer US.

Mammarella, I. C., Ghisi, M., Bomba, M., Bottesi, G., Caviola, S., Broggi, F., & Nacinovich, R. (2016). Anxiety and depression in children with nonverbal learning disabilities, reading disabilities, or typical development. *Journal of learning disabilities, 49*(2), 130-139.

Manis, F. R., Seidenberg, M. S., Doi, L. M., McBride-Chang, C., & Petersen, A. (1996). On the bases of two subtypes of development dyslexia. *Cognition, 58*(2), 157-195.

Marinelli, C. V., Romano, G., Cristalli, I., Franzese, A., & Di Filippo, G. (2016). Autostima, stile attributivo e disturbi internalizzanti in bambini dislessici. *Dislessia, 13*(3), 297-310.

Marotta, L. U. I. G. I., Trasciani, M., & Vicari, S. (2004). CMF. Valutazione delle competenze metafonologiche. Trento: Erikson.

Marshall, J. C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of psycholinguistic research, 2*, 175-199.

Martelli, M., Di Filippo, G., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2009). Crowding, reading, and developmental dyslexia. *Journal of vision, 9*(4), 14-14.

Martin, F., & Lovegrove, W. (1987). Flicker contrast sensitivity in normal and specifically disabled readers. *Perception, 16*(2), 215-221.

Martin, R. P. (1989). Activity level, distractibility, and persistence: Critical characteristics in early schooling.

Martin, R. P., Drew, K. D., Gaddis, L. R., & Moseley, M. (1988). Prediction of elementary school achievement from preschool temperament: Three studies. *School Psychology Review, 17*(1), 125-137.

Martin, R. P., Wisenbaker, J., & Huttunen, M. (1994). Review of factor analytic studies of temperament measures based on the Thomas-Chess structural model: Implications for the Big Five.

Martin, R. (1988). The temperament assessment battery for children. Clinical psychology publishing Company.

Mason, A., Cornelissen, P., Fowler, S., & Stein, J. (1993). Contrast sensitivity, ocular dominance and specific reading disability. *Clinical Vision Sciences, 8*(4), 345-353.

Mathiesen, K. S., & Sanson, A. (2000). Dimensions of early childhood behavior problems: Stability and predictors of change from 18 to 30 months. *Journal of abnormal child psychology*, 28, 15-31.

Matricardi, G., Albiero, P., & Cigognetti, E. (2010). Self-regulation e condotte sociali nell'età prescolare: tecniche di misurazione e implicazioni per l'adattamento dei bambini. In *Gli esordi della competenza emotiva. Strumenti di studio e di valutazione* (pp. 75-104). LED.

Maunsell, J. H., Ghose, G. M., Assad, J. A., Mcadams, C. J., Boudreau, C. E., & Noerager, B. D. (1999). Visual response latencies of magnocellular and parvocellular LGN neurons in macaque monkeys. *Visual neuroscience*, 16(1), 1-14.

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.

McGee, R., Williams, S., Share, D. L., Anderson, J., & Silva, P. A. (1986). The relationship between specific reading retardation, general reading backwardness and behavioural problems in a large sample of Dunedin boys: A longitudinal study from five to eleven years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 27(5), 597-610.

McWeeny, S., Choi, S., Choe, J., LaTourrette, A., Roberts, M. Y., & Norton, E. S. (2022). Rapid automatized naming (RAN) as a kindergarten predictor of future reading in english: A systematic review and meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 57(4), 1187-1211.

Meng, Q., & Schneider, K. A. (2022). A specialized channel for encoding auditory transients in the magnocellular division of the human medial geniculate nucleus. *Neuroreport*, 33(15), 663-668.

Meyer, A. (1983). Origins and prevention of emotional disturbances among learning disabled children. *Topics in Learning & Learning Disabilities*.

Moffitt, T. E. (1993). Adolescence-limited and life-course-persistent antisocial behavior: A developmental taxonomy. *Psychological Review*, 100(4).

Moffitt, T. E. (1990). Juvenile delinquency and attention deficit disorder: Boys' developmental trajectories from age 3 to age 15. *Child development*, 61(3), 893-910.

Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously?. *Cognition*, 7(4), 323-331

Muratori, F., Narzisi, A., Iglizzi, R., Parrini, B., & Tancredi, R. (2008). La CBCL come strumento di screening per il DPS. *AUTISMO E DISTURBI DELLO SVILUPPO*, 6, 29-43.

Nassi, J. J., & Callaway, E. M. (2009). Parallel processing strategies of the primate visual system. *Nature reviews neuroscience*, 10(5), 360-372.

Nasvytienė, D., & Lazdauskas, T. (2021). Temperament and academic achievement in children: A meta-analysis. *European journal of investigation in health, psychology and education*, 11(3), 736-757.

Necka, E. (2003). Intelligence and temperament. American Psychological Association.

Neshat-Doost, H. T., Taghavi, M. R., Moradi, A. R., Yule, W., & Dalgleish, T. (1998). Memory for emotional trait adjectives in clinically depressed youth. *Journal of Abnormal Psychology*, 107(4), 642.

Newman, J., Noel, A., Chen, R., & Matsopoulos, A. S. (1998). Temperament, selected moderating variables and early reading achievement. *Journal of School Psychology*, 36(2), 215-232.

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in cognitive sciences*, 9(5), 242-249.

Pammer, K., Hansen, P., Holliday, I., & Cornelissen, P. (2006). Attentional shifting and the role of the dorsal pathway in visual word recognition. *Neuropsychologia*, 44(14), 2926-2936.

Pammer, K., & Wheatley, C. (2001). Isolating the M (γ)-cell response in dyslexia using the spatial frequency doubling illusion. *Vision research*, 41(16), 2139-2147.

Patterson, G. R., Capaldi, D., & Bank, L. (1991). An early starter model for predicting delinquency. In An earlier draft of this chapter was presented at the

Earls court Conference on Childhood Aggression, Toronto, Canada, Jun 1988..  
Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Peli, E., & García-Pérez, M. A. (1997). Contrast sensitivity in dyslexia: Deficit or artifact?. *Optometry and vision science*, 74(12), 986-987.

Pennington, B. F. (2006). From single to multiple deficit models of developmental disorders. *Cognition*, 101(2), 385-413.

Pennington, B. F., & Olson, R. K. (2005). Genetics of dyslexia.

Perry, C., Ziegler, J. C., & Zorzi, M. (2007). Nested incremental modeling in the development of computational theories: the CDP+ model of reading aloud. *Psychological review*, 114(2), 273.

Peters, J. L., Crewther, S. G., Murphy, M. J., & Bavin, E. L. (2021). Action video game training improves text reading accuracy, rate and comprehension in children with dyslexia: a randomized controlled trial. *Scientific reports*, 11(1), 18584.

Peters, J. L., De Losa, L., Bavin, E. L., & Crewther, S. G. (2019). Efficacy of dynamic visuo-attentional interventions for reading in dyslexic and neurotypical children: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 100, 58-76.

Peterson, R. L., Pennington, B. F., Olson, R. K., & Wadsworth, S. J. (2014). Longitudinal stability of phonological and surface subtypes of developmental dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 18(5), 347-362.

Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2015). Developmental dyslexia. *Annual review of clinical psychology*, 11(1), 283-307.

Poghosyan, V., & Ioannides, A. A. (2008). Attention modulates earliest responses in the primary auditory and visual cortices. *Neuron*, 58(5), 802-813.

Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). *Educating the human brain*. American Psychological Association.

Prior, M., Smart, D., Sanson, A., & Oberklaid, F. (1999). Relationships between learning difficulties and psychological problems in preadolescent children from a longitudinal sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 38(4), 429-436.

Putnam, S. P., & Rothbart, M. K. (2006). Development of short and very short forms of the Children's Behavior Questionnaire. *Journal of personality assessment*, 87(1), 102-112.

Rack, J.P., Snowling, M.J., Olson, R.K., (1992). The nonword reading deficit in developmental dyslexia: a review. *Read. Res. Q.* 27 (1), 28. <http://dx.doi.org/10.2307/747832>.

Rauschecker, J. P. (2018). Where, When, and How: Are they all sensorimotor? Towards a unified view of the dorsal pathway in vision and audition. *Cortex*, 98, 262-268.

Raver, C. C., & Knitzer, J. (2002). Ready to enter: What research tells policymakers about strategies to promote social and emotional school readiness among three-and four-year-old children.

Regtvoort, A. G., van Leeuwen, T. H., Stoel, R. D., & van der Leij, A. (2006). Efficiency of visual information processing in children at-risk for dyslexia: habituation of single-trial ERPs. *Brain and Language*, 98(3), 319-331.

Rescorla, L. A. (2005). Assessment of young children using the Achenbach System of Empirically Based Assessment (ASEBA). *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 11(3), 226-237.

Rescorla, L. (1989). The Language Development Survey: A screening tool for delayed language in toddlers. *Journal of Speech and Hearing disorders*, 54(4), 587-599.

Reynolds, J. H., & Chelazzi, L. (2004). Attentional modulation of visual processing. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27(1), 611-647.

Reynolds, M., & Besner, D. (2006). Reading aloud is not automatic: processing capacity is required to generate a phonological code from print. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6), 1303.

Roach, N. W., & Hogben, J. H. (2007). Impaired filtering of behaviourally irrelevant visual information in dyslexia. *Brain*, 130(3), 771-785.

Rodrigues, A. P., Rebola, J., Jorge, H., Ribeiro, M. J., Pereira, M., van Asselen, M., & Castelo-Branco, M. (2017). Visual perception and reading: New clues to

patterns of dysfunction across multiple visual channels in developmental dyslexia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(1), 309-317.

Rose, S. L., Rose, S. A., & Feldman, J. F. (1989). Stability of behavior problems in very young children. *Development and psychopathology*, 1(1), 5-19.

Rosli, Y., Bedford, S. M., & Maddess, T. (2009). Low-spatial-frequency channels and the spatial frequency-doubling illusion. *Investigative ophthalmology & visual science*, 50(4), 1956-1963.

Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of temperament at three to seven years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child development*, 72(5), 1394-1408.

Rothbart, M. K., & Ahadi, S. A. (1994). Temperament and the development of personality. *Journal of abnormal psychology*, 103(1), 55.

Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2006). *Temperament*.

Rothbart, M. K., & Derryberry, D. (2013). Development of individual differences in temperament. In *Advances in developmental psychology* (pp. 37-86). Psychology Press.

Rothbart, M. K., Derryberry, D., & Posner, M. I. (1994). A psychobiological approach to the development of temperament.

Rothbart, M. K., & Mauro, J. A. (1990). Questionnaire approaches to the study of infant temperament. *Individual differences in infancy: Reliability, stability, and prediction*, 411-429.

Rothbart, M. K. (1981). Measurement of temperament in infancy. *Child development*, 569-578.

Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (1985). Temperament and the development of self-regulation. In *The neuropsychology of individual differences: A developmental perspective* (pp. 93-123). Boston, MA: Springer US.

Rothbart, M. K. (1989). *Temperament and development*.

Rothbart, M. K. (2007). Temperament, Development, and Personality. *Current Directions in Psychological Science*, 16(4), 207–212.

Rubin, K. H., & Mills, R. S. (1991). Conceptualizing developmental pathways to internalizing disorders in childhood. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 23(3), 300.

Rutter, M., Caspi, A., Fergusson, D., Horwood, L. J., Goodman, R., Maughan, B., ... & Carroll, J. (2004). Sex differences in developmental reading disability: new findings from 4 epidemiological studies. *Jama*, 291(16), 2007-2012.

Sahu, A., Patil, V., Sagar, R., & Bhargava, R. (2019). Psychiatric comorbidities in children with specific learning disorder-mixed type: A cross-sectional study. *Journal of neurosciences in rural practice*, 10(04), 617-622.

Samar, V. J., & Parasnis, I. (2007). Cortical locus of coherent motion deficits in deaf poor readers. *Brain and Cognition*, 63(3), 226-239.

Sanson, A. V., Smart, D. F., Prior, M., Oberklaid, F., & Pedlow, R. (1994). The structure of temperament from age 3 to 7 years: Age, sex, and sociodemographic influences. *Merrill-Palmer Quarterly* (1982-), 233-252.

Sénéchal, M. (2015). Young children's home literacy. *The Oxford handbook of reading*, 397-414.

Singleton, C., & Trotter, S. (2005). Visual stress in adults with and without dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 28(3), 365-378.

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition*, 55(2), 151-218.

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., ... & Gore, J. C. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological psychiatry*, 55(9), 926-933.

Shaywitz, S. E., Morris, R., & Shaywitz, B. A. (2008). The education of dyslexic children from childhood to young adulthood. *Annu. Rev. Psychol.*, 59(1), 451-475.

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and psychopathology*, 20(4), 1329-1349.

Shaywitz, S. (2003). *Overcoming dyslexia: A new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: Alfred A. Knopf.

Sheese, B. E., Rothbart, M. K., Posner, M. I., White, L. K., & Fraundorf, S. H. (2008). Executive attention and self-regulation in infancy. *Infant Behavior and Development*, 31(3), 501-510.

Slaghuis, W. L., & Ryan, J. F. (1999). Spatio-temporal contrast sensitivity, coherent motion, and visible persistence in developmental dyslexia. *Vision research*, 39(3), 651-668.

Snowling, M. J. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological research*, 43(2), 219-234.

Spreen, O. (1989). The relationship between learning disability, emotional disorders, and neuropsychology; some results and observations. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11(1), 117-140.

Sprenger-Charolles, L., Siegel, L. S., Béchenec, D., & Serniclaes, W. (2003). Development of phonological and orthographic processing in reading aloud, in silent reading, and in spelling: A four-year longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 84(3), 194-217.

Stein, J. F. (2018). Does dyslexia exist?. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33(3), 313-320

Stein, J. (2021). Reduced visual magnocellular event-related potentials in developmental dyslexia. *Brain Sciences*, 11(1), 48.

Stein, J. (2019). The current status of the magnocellular theory of developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 130, 66-77.

Stein, J. (2001). The Magnocellular Theory of Developmental Dyslexia. *DYSLEXIA*, 7, 12-36.

Stein, J. (2023). Theories about developmental dyslexia. *Brain sciences*, 13(2), 208.

Stein, J. (2022). The visual basis of reading and reading difficulties. *Frontiers in Neuroscience*, 16, 1004027.

Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20(4), 147-152.

Strelau, J., Zawadzki, B., & Piotrowska, A. (2001). Temperament and intelligence: A psychometric approach to the links between both phenomena.

Sylva, K., Scott, S., Totsika, V., Ereky-Stevens, K., & Crook, C. (2008). Training parents to help their children read: A randomized control trial. *British Journal of Educational Psychology*, 78(3), 435-455.

Szenkovits, G., Darma, Q., Darcy, I., & Ramus, F. (2016). Exploring dyslexics' phonological deficit II: Phonological grammar. *First Language*, 36(3), 316-337.

Taghavi, M. R., Neshat-Doost, H. T., Moradi, A. R., Yule, W., & Dalgleish, T. (1999). Biases in visual attention in children and adolescents with clinical anxiety and mixed anxiety-depression. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 27, 215-223.

Talcott, J. B., Hansen, P. C., Willis-Owen, C., McKinnell, I. W., Richardson, A. J., & Stein, J. F. (1998). Visual magnocellular impairment in adult developmental dyslexics. *Neuro-ophthalmology*, 20(4), 187-201.

Tanaka, S., Ikeda, H., Kasahara, K., Kato, R., Tsubomi, H., Sugawara, S. K., ... & Watanabe, K. (2013). Larger right posterior parietal volume in action video game experts: a behavioral and voxel-based morphometry (VBM) study. *Plos one*, 8(6), e66998.

Tancredi, R., Milone, A., Floriani, C., Marcheschi, M., & Muratori, F. L. (2000). CBCL nella valutazione della psicopatologia in età evolutiva: Presentazione di una esperienza su un campione clinico di soggetti tra 4 e 16 anni. *Riv. Ital. Pediatr*, 26, 477-483.

Tancredi, R., Picchi, L., Floriani, C., Seppia, P., & Muratori, F. (2002). Behavioral problems in pediatric primary care. *Italian Journal of Pediatrics*, 28(5), 377-382.

Thomas, A., Chess, S., Birch, H. G., Hertzig, M. E., & Korn, S. (1963). Behavioral individuality in early childhood.

Thomas, A., & Chess, S. (1977). *Temperament and development*. Brunner/Mazel.

Thompson, R. A. (1994). Emotion regulation: A theme in search of definition. The development of emotion regulation. *Biological and behavioral considerations*.

Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (1997). Approaches to the prevention and remediation of phonologically based reading disabilities.

Ungerleider, L. & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. In *Analysis of visual behavior* (pp. 549-586--). MIT Press .

Usai, M. C., Viterbori, P., & Alceiti, A. (2007). Temperamento e identificazione precoce delle difficoltà di apprendimento. *Psicologia clinica dello sviluppo*, 11(2), 253-270.

Valdois, S., Gérard, C., Vanault, P., & Dugas, M. (1995). Peripheral developmental dyslexia: a visual attentional account?. *Cognitive Neuropsychology*, 12(1), 31-67.

Valdois, S. (2022). The visual-attention span deficit in developmental dyslexia: Review of evidence for a visual-attention-based deficit. *Dyslexia*, 28(4), 397-415.

van der Leij, A. (2013). Dyslexia and early intervention: what did we learn from the Dutch Dyslexia Programme?. *Dyslexia*, 19(4), 241-255.

Vasey, M. W., Daleiden, E. L., Williams, L. L., & Brown, L. M. (1995). Biased attention in childhood anxiety disorders: A preliminary study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 23, 267-279.

Vasey, M. W., El-Hag, N., & Daleiden, E. L. (1996). Anxiety and the processing of emotionally threatening stimuli: Distinctive patterns of selective attention among high-and low-test-anxious children. *Child development*, 67(3), 1173-1185.

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades?. *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(1), 2-40.

Vermigli, P., & Attili, G. (2001). Successo scolastico e temperamento. *Giornale italiano di psicologia*, 28(2), 321-340.

Vicari, S., & Caselli, M. C. (Eds.). (2020). *Neuropsicologia dell'età evolutiva: Prospettive teoriche e cliniche*. Società editrice il Mulino, Spa.

Vidyasagar, T. R. (2005). Attentional gating in primary visual cortex: a physiological basis for dyslexia. *Perception*, 34(8), 903-911.

Vidyasagar, T. R. (2001). From attentional gating in macaque primary visual cortex to dyslexia in humans. *Progress in Brain Research*, 134, 297-312.

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.

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.

Vidyasagar, T. R. (2013). Reading into neuronal oscillations in the visual system: implications for developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 811.

Wang, Z., Soden, B., Deater-Deckard, K., Lukowski, S. L., Schenker, V. J., Willcutt, E. G., ... & Petrill, S. A. (2017). Development in reading and math in children from different SES backgrounds: The moderating role of child temperament. *Developmental science*, 20(3), e12380.

Watson, D., & Clark, L. A. (1984). Negative affectivity: the disposition to experience aversive emotional states. *Psychological bulletin*, 96(3), 465.

Wechsler, D. (1967). Wechsler preschool and primary scale of intelligence-WPPSI. Psychological Corporation.

Weissman, D. H., Roberts, K. C., Visscher, K. M., & Woldorff, M. G. (2006). The neural bases of momentary lapses in attention. *Nature neuroscience*, 9(7), 971-978.

Willcutt, E. G., & Pennington, B. F. (2000). Psychiatric comorbidity in children and adolescents with reading disability. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41(8), 1039-1048.

Williams, D. M., & Lind, S. E. (2013). Comorbidity and diagnosis of developmental disorders.

Williams, M. J., Stuart, G. W., Castles, A., & McAnally, K. I. (2003). Contrast sensitivity in subgroups of developmental dyslexia. *Vision research*, 43(4), 467-477.

Windle, M., & Lerner, R. M. (1986). Reassessing the dimensions of temperamental individuality across the life span: The Revised Dimensions of Temperament Survey (DOTS-R). *Journal of Adolescent Research*, 1(2), 213-229.

Zero to Three (Organization). (1994). *Diagnostic Classification, 0-3: Diagnostic Classification of Mental Health and Developmental Disorders of Infancy and Early Childhood*. Zero to Three.

Ziegler, J. C., Perry, C., Ma-Wyatt, A., Ladner, D., & Schulte-Körne, G. (2003). Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal?. *Journal of experimental child psychology*, 86(3), 169-193.

Zorzi, M., Barbiero, C., Facoetti, A., Lonciari, I., Carrozzi, M., Montico, M., ... & Ziegler, J. C. (2012). Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(28), 11455-11459.