



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Psicologia Generale DPG

Corso di Laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche

Tesi di Laurea Triennale

**EFFETTI TRANSIENTI DEI VIDEOGIOCHI D'AZIONE E NON  
D'AZIONE SULLE CAPACITÀ ATTENTIVE**

**Short-Term effects of action and non-action videogames on attentional  
abilities**

**Relatore**

Professor Andrea Facoetti

**Correlatori**

Giovanna Puccio

Sandro Franceschini

Sara Bertoni

Martina Mancarella

Laureanda Giorgia Virgilio

Matricola 2018081

Anno Accademico 2022/2023



## INDICE

INTRODUZIONE .....	4
1. EVOLUZIONE DEL GIOCO ED EFFETTI SULL’UOMO .....	6
1.1. Definizioni e funzioni del gioco .....	6
1.2. I videogiochi .....	7
1.2.1 Aspetti motivazionali .....	7
1.2.2 Tipologie di videogioco .....	8
1.2.3 Training ed effetti a lungo termine .....	9
1.2.4 Effetti a breve termine .....	10
1.2.5 Rischi .....	11
2. ATTENZIONE .....	13
2.1. Teorie e modelli dell’attenzione .....	13
2.2. Attenzione e abilità di lettura .....	15
2.3. Attenzione sostenuta e capacità di inibizione .....	18
2.3.1 Valutazione .....	20
3. STUDIO EMPIRICO .....	22
3.1. Materiali e metodi .....	22
3.2. Partecipanti .....	22
3.3. Stimoli .....	23
3.4. Procedura .....	25
4. RISULTATI .....	27
5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI .....	30
Riferimenti bibliografici .....	34



## INTRODUZIONE

Il presente elaborato indaga gli effetti a breve termine dei videogiochi sulle capacità attentive, in un campione di 87 studenti universitari, distinti in due gruppi, i “buoni” lettori e i “cattivi” lettori. I dati qui riportati fanno parte di una ricerca cross-over randomizzata in doppio-cieco più ampiamente volta ad indagare effetti transienti su abilità motorie e cognitive, quali lettura e attenzione. Nel primo capitolo verrà presentata una panoramica sul gioco e le sue funzioni, con maggiore riferimento ai videogiochi, di cui verranno trattati gli aspetti motivazionali legati alle potenzialità nel campo dell’apprendimento, i possibili rischi e i diversi effetti a lungo e a breve termine in ambito cognitivo. Il secondo capitolo sarà dedicato al costrutto di attenzione, di questo verranno presentati diversi modelli e le componenti, delle quali si tenterà di delineare il ruolo svolto all’interno dell’abilità di lettura. In seguito si approfondiranno le abilità di attenzione sostenuta e inibizione, e i rispettivi strumenti di valutazione, poiché queste capacità sono quelle maggiormente impegnate nei compiti di cui andremo a discutere le prestazioni raccolte nel nostro studio (i.e., “oddball paradigm”). Infine, il terzo capitolo descriverà nel dettaglio lo studio empirico oggetto del mio elaborato finale: la nostra ipotesi prevedeva una differenza nella prestazione ai compiti uditivi e visivi “oddball” nei due gruppi di buoni e cattivi lettori, a scapito di quest’ultimi, ed un effetto incrementale sulla prestazione in seguito ad una sessione di gioco con un “*action videogame*” (AVG), ma non in seguito al “*non-action videogame*” (NAVG), oppure in seguito ad una maggiore percezione di divertimento. L’obiettivo era infatti indagare l’influenza del livello di divertimento e del tipo di gioco (AVG e NAVG) sulle abilità attentive e le differenze tra i due

gruppi con diverse abilità di lettura. I risultati hanno in parte confermato la nostra ipotesi riguardo alla prestazione “oddball”, in cui i cattivi lettori sono stati significativamente più lenti dei buoni dopo aver giocato ai NAVG. Abbiamo riscontrato un’interazione significativa tra tipo di gioco e gruppo, che causa un eguagliamento delle prestazioni dei due gruppi in seguito ad una singola sessione di AVG, il quale è stato giudicato dai partecipanti anche come più divertente e meno noioso.

## 1. EVOLUZIONE DEL GIOCO ED EFFETTI SULL'UOMO

### 1.1 Definizioni e funzioni del gioco

L'ambiguità costitutiva del concetto di gioco rende difficile fornirne una definizione precisa. Essendo inoltre il gioco rilevante per diverse discipline, la concettualizzazione e descrizione di questo fenomeno è stata diversa per ognuna di esse, provocando incomprensioni sulla sua forma e funzione (Pellegrini 2009). Quindi, pur essendo un comportamento diffuso nei giovani mammiferi, accertarne il significato funzionale risulta complesso (Pellegrini 2009).

Nonostante spesso sia immediato, osservando due soggetti, comprendere che questi stiano giocando, in alcuni casi, come quello del *play-fighting*, detto anche *social play*, può essere difficile per i partecipanti stessi, come animali e bambini, distinguerlo da una reale aggressione (Smith et al., 2004;). Una definizione di gioco che ne illustra gli aspetti costitutivi ci è fornita da Burghardt (2010), il quale delinea 5 criteri per riconoscerlo in tutte le specie, compresi gli esseri umani, descrivendolo come: 1) “non pienamente funzionale nella forma o nel contesto in cui appare”; 2) spontaneo, piacevole e gratificante; 3) distinto dai comportamenti funzionali sul piano strutturale o nei tempi di comparsa; 4) ripetitivo, ma non in forma stereotipata; 5) assente in situazioni di stress (e.g. assenza di cibo, pericolo, competizione). Negli anni sono stati osservati e documentati comportamenti di gioco in diverse specie animali, anche diverse dai mammiferi, come uccelli, pesci, insetti e cefalopodi (Mather & Anderson, 1999; Gamble & Cristol, 2002; Burghardt 2005; Dapporto et al., 2006). Questi rapporti ci sono utili a fare delle inferenze critiche sulle prime forme e funzioni del gioco (Graham & Burghardt, 2010). Esiste una ricca letteratura che indaga il ruolo evolutivo e l'eziologia di questa attività, le cui principali ipotesi ruotano attorno alla necessità di consumare un surplus energetico dovuto a sovralimentazione (Spencer, 1872), all'acquisizione e la pratica di comportamenti istintivi e necessari alla sopravvivenza (Groos, 1898) e al retaggio di comportamenti inizialmente funzionali all'acquisizione di capacità essenziali alla sopravvivenza i quali oggi restano nell'essere umano strumento utile per lo sviluppo (Hall, 1904). È plausibile che il gioco svolga una serie di funzioni appartenenti a diversi ambiti (Bateson, 1981) tra cui il miglioramento della prestanza fisica e l'apprendimento

muscolare (Byers, 1998; Brownlee, 1954), l'acquisizione di risposte adattive a situazioni impreviste (Špinka et al., 2001), l'implementazione delle abilità sociali, relazionali, di cooperazione e altruismo, di autoregolazione, creative e di *problem-solving* (Bekoff, 2001; Bekoff & Pierce, 2009; Fagen, 1981; Lee, 1982; Nijhof et al., 2018; Pellegrini, 2008; Pellis & Pellis, 2009; Sussman et al., 2005). Il gioco inoltre soddisfa diversi bisogni psicologici di base tra cui l'autonomia, riguardante la percezione di controllo sulle proprie azioni e decisioni, la competenza, legata alla percezione di possedere le abilità necessarie al raggiungimento degli obiettivi, e la relazionalità, ovvero la sensazione di essere socialmente connessi ad altri (Przybylski et al., 2010).

## 1.2 I videogiochi

Per molti anni i videogiochi sono stati un mezzo per lo più ignorato (Smith, 2001). Tra le possibili ragioni di questo disinteresse troviamo la loro relegazione al mondo infantile e l'etichettamento che ne si è fatto di prodotto di bassa qualità, costitutivamente inferiore ad altre forme multimediali (Newman, 2012). Nonostante questo negli ultimi 50 anni i videogiochi si sono evoluti, allargando significativamente il loro bacino di utilizzo e il loro rilievo culturale e attirando l'attenzione del mondo accademico. Per lo meno nei primi tempi, la ricerca si è orientata soprattutto in direzione dei possibili effetti negativi, con particolare attenzione al nesso tra giochi per computer e comportamento aggressivo negli adolescenti (ad esempio, Gentile et al., 2004). Ad oggi è noto che i videogiochi non devono essere relegati nell'ambito del mero intrattenimento e che, oltre agli eventuali rischi, presentano notevoli potenzialità, per esempio come modelli di apprendimento per abilità e compiti complessi, nella promozione delle competenze legate al lavoro o nella prevenzione al declino delle capacità mentali in età avanzata (Eichenbaum et al., 2014).

### 1.2.1 Aspetti motivazionali

Secondo Eichenbaum e collaboratori (2014) ciò che rende i videogiochi uno strumento d'élite nel campo dell'apprendimento è in primis l'offerta di un contesto che di per sé porti l'utente ad investire ingenti quantità di tempo, essendo il tempo dedicato al compito uno dei predittori fondamentali dell'apprendimento

(Greenwood et al., 2002). Quest'ultimo è strettamente legato alla motivazione (Baddeley et al., 2015), infatti i videogiochi sono ambienti digitali fortemente motivanti e molti educatori si sono interessati allo studio delle componenti motivazionali dei videogiochi più popolari con l'intento di integrarle nella progettazione didattica (Bowman, 1982; Bracey, 1992; Driskell & Dwyer, 1984). Le ricerche nel campo differiscono sulla fonte a cui attribuire questa motivazione: alcuni indicano il contesto narrativo (Dickey, 2005, 2006; Fisch, 2005; Waraich, 2004), altri invece ritengono che essa sia generata dal sistema di obiettivi e ricompense all'interno del gioco o ancora che sia intrinseca all'atto di giocare (Amory et al., 1999; Denis & Jouvelot, 2005; Jennings, 2001). Studi psicofisiologici affermano che l'utilizzo di queste piattaforme porterebbe ad un rilascio di neurotrasmettitori, come la dopamina, paragonabile a quello dato dall'uso ricreativo di droghe (Koepp et al., 1998); queste stesse sostanze, oltre ad essere strettamente legate alla motivazione, sono essenziali nei meccanismi di plasticità cerebrale e apprendimento (Bao et al., 2001). I videogiochi si rivelano quindi strumenti promettenti in ambito clinico-riabilitativo ed educativo: permetterebbero infatti di aumentare la *compliance* dei pazienti e la motivazione dei bambini in età scolare (Cardoso-Leite & Bavelier, 2014), facilitando la gestione immediata dell'ansia e aumentando il coinvolgimento nei programmi di intervento (Pine et al., 2020).

### 1.2.2 Tipologie di videogioco

Va sottolineato che il termine “videogiochi” è troppo vago e non indica un costrutto scientifico preciso, ragion per cui non ha quasi alcun potere predittivo (Bavelier et al., 2011). Un filone di ricerca interessato ai benefici cognitivi di questi strumenti si è infatti concentrato su una classe specifica di videogiochi, i videogiochi d'azione (AVG), definendone una serie di caratteristiche distintive, quali: (1) la velocità (che deve essere “straordinaria” in termini di movimento degli oggetti e brevità degli eventi transitori) (2) il carico percettivo (che comporta la considerazione di molti oggetti contemporaneamente), (3) il carico cognitivo (che implica la considerazione di diversi risultati possibili), (4) il carico motorio (impegnarsi in molteplici piani d'azione) e (5) l'imprevedibilità temporale e spaziale (Trisolini et al., 2018). Diverse ricerche hanno riscontrato effetti positivi

dell'utilizzo di AVG su svariate capacità, dalla semplice percezione ad abilità di alto livello come la flessibilità cognitiva (Green & Bavelier, 2015), tra cui: percezione visiva (Appelbaum et al., 2013), presa di decisioni (Green et al., 2010), compito di rotazione mentale, cognizione spaziale (Feng et al., 2007), *task switching* (Karle et al., 2010), *multitasking* (Chiappe et al. 2013) memoria di lavoro e controllo attentivo (Dale et al., 2020; Bavelier & Green, 2019).

### 1.2.3 Training ed effetti a lungo a termine

Come fanno notare Eichenbaum e collaboratori (2014), va però fatta una precisazione sulla tipologia di ricerche che vengono condotte in questo campo prima di approfondirne gli effetti riscontrati: nel primo filone di studi i partecipanti vengono divisi in giocatori e non giocatori in base alle loro abitudini riguardo l'utilizzo di videogame e ne vengono raccolte le prestazioni in ambito cognitivo e percettivo per indagare eventuali differenze (ad es. Trisolini et al., 2018). Da questi si definiscono correlazioni tra l'utilizzo e diverse abilità o comportamenti umani, che andranno poi indagate. (Eichenbaum et al., 2014).

La seconda tipologia di ricerche parte dalla selezione di individui che non utilizzano abitualmente i videogiochi, e che in particolare non hanno familiarità con quelli utilizzati nello studio, e raccoglie le prestazioni dei soggetti sulle misure di interesse per poi distribuirli in modo randomizzato in due gruppi, di cui il primo viene sottoposto a sessioni controllate di utilizzo di un videogioco (spesso AVG) e il secondo di un altro videogioco o attività comparabile (spesso NAVG, ovvero un videogioco non d'azione). Infine tutti i partecipanti vengono nuovamente sottoposti ai test riguardanti le misure di interesse per indagare una variazione nelle prestazioni (Eichenbaum et al., 2014). Nell'ambito di queste ricerche si sono riscontrati molteplici effetti benefici in seguito a training con AVG, di cui gli effetti a lungo termine vengono genericamente ottenuti dopo 10-50 ore di allenamento (Franceschini et al., 2022). Ad esempio, nel campo della visione è stato riscontrato un miglioramento della sensibilità al contrasto (Li et al., 2009) e dell'acuità visiva (la capacità di risolvere dettagli visivi in presenza di distrattori) (Green & Bavelier, 2007), quest'ultima particolarmente interessante perché correlata alle prestazioni in compiti di lettura (Grainger et al., 2016), ma

anche incremento di prestazione in compiti percettivi e sensomotori, legati a capacità superiori inerenti alla visione, come l'attenzione selettiva visiva, (Bejjanki et al., 2014; Green & Bavelier, 2012; Green & Bavelier, 2015; Granek et al., 2010; Gozli et al., 2014) e potenziamento dell'abilità di lettura stessa (Franceschini et al., 2013; Pasqualotto et al., 2022).

Miglioramenti in seguito a training con AVG sono stati riscontrati anche nei compiti di *dual task* o doppio compito (Strobach et al., 2012; Chiappe et al., 2013) e di *task switching*, in termini di riduzione del costo del passaggio da un'attività all'altra, calcolato attraverso i tempi di reazione. (Anderson et al., 2010; Green & Bavelier, 2012; Colzato et al., 2014).

#### 1.2.4 Effetti a breve termine

Nonostante ad oggi siano stati presi in minore considerazione, anche gli effetti a breve termine dei videogiochi, ottenibili in seguito ad una singola sessione di gioco, presentano importanti potenzialità in ambito clinico-riabilitativo ed educativo (Franceschini et al., 2022; Pine et al., 2020). Questo filone di ricerche ha ugualmente prediletto l'utilizzo di AVG. Kozhevnikov e colleghi (2018), ad esempio, hanno sottoposto un gruppo di soggetti a una sessione di 20 minuti di AVG mentre un secondo gruppo assisteva senza partecipare e hanno testato entrambi in compiti di percezione visiva, memoria e attenzione visuo-spaziale, prima e dopo la sessione, trovando un incremento nella prestazione solo in chi aveva giocato. Tale incremento perdurava per un periodo di circa 30 minuti. Skosnik e colleghi. (2000) hanno utilizzato una sessione di 15 minuti di un AVG come fonte di "lieve stress" psicologico su 20 soggetti sani per studiarne l'effetto sull'attenzione selettiva, valutata dal paradigma di *priming* negativo: i risultati riportano una riduzione significativa del *priming* negativo e dei tempi di reazione in seguito al AVG ed una correlazione positiva con lo stress – misurato attraverso la quantificazione del cortisolo salivare e dell'enzima  $\alpha$ -amilasi. Ci sono inoltre evidenze del fatto che 60 minuti di utilizzo di un AVG su dispositivo mobile migliorino l'efficienza della rete di allerta (Wang et al., 2023), e che 30 minuti di AVG portino a prestazioni migliori in compiti attenzionali (ricerca visiva e *attentional blink*) rispetto a 30 minuti di NAVG; non si riscontrano risultati simili

se si riduce il tempo di gioco a 10 minuti (Brodbeck & Dupuis, 2020). Gli effetti sulle abilità cognitive riscontrati in seguito all'utilizzo di videogiochi sono stati ascritti, dai diversi autori, ad un livello funzionale di stress (come sembra suggerire lo studio di Skosnik et al., 2000) o alle emozioni positive che questi generalmente inducono (Franceschini et al., 2022). Ad esempio, De Lisi e Cammarano (1996) trovano un miglioramento nella capacità di rotazione mentale in uomini e donne dopo una singola sessione con giochi privi delle caratteristiche attivanti degli AVG (un gioco simile a Tetris ed un gioco di carte solitario). Ad indagare il ruolo del divertimento troviamo lo studio di Franceschini e collaboratori (2022) con bambini con disturbi dello sviluppo della coordinazione motoria (DCD) e dislessia (DD). Questa ricerca si divide in due esperimenti: nel primo si riscontra in seguito all'utilizzo di un AVG, valutato dai partecipanti come più divertente, un miglioramento dell'ampiezza della percezione visiva ed una riduzione dei disturbi sensomotori e della lettura, dimostrando che un'ora di utilizzo, con il divertimento e l'attivazione fisiologica che ne conseguono, migliora la velocità e la precisione nella lettura e la coordinazione sensomotoria in bambini appartenenti a queste popolazioni. Nel secondo esperimento, su un campione di giovani adulti a sviluppo tipico, è stato invece riscontrato un miglioramento nelle prestazioni (sia accuratezza che velocità) nella lettura di un brano, indipendente dal tipo di videogioco giocato (AVG o NAVG con caratteristiche attivanti), ma correlato alla percezione di divertimento. Dal punto di vista riabilitativo e terapeutico questi risultati sono utili ad ampliare l'utilizzo di videogiochi non specifici, ma scelti in base alle preferenze del paziente, di cui si possono sfruttare gli effetti ampliati sulle abilità cognitive e sensomotorie legati al puro divertimento (Franceschini et al., 2022).

### 1.2.5 Rischi

Dato l'alto livello di stimolazione e l'ambiente virtuale percettivamente accattivante al quale abitua il giocatore (Trisolini et al., 2018), diversi studiosi si sono chiesti se l'utilizzo prolungato dei videogiochi possa avere effetti negativi sulla capacità di concentrazione e sull'attenzione sostenuta, in particolare in riferimento a compiti noiosi o monotoni (singoli flussi di informazioni) (Gentile et al., 2012; Trisolini et al., 2018). Trisolini e collaboratori (2018) indagano

l'attenzione sostenuta di videogiocatori di AVG (*Action Video Game Player*, AVGP) e non (*Non-Action Video Game Player*, NAVGP), utilizzando un adattamento del *Jumping Square Task* (Zimmermann & Fimm, 2007), e riportano un decremento maggiore, tra la prima e la seconda parte del test (quindi in funzione del tempo), negli AVGP, affermando da questo dato che giocare con gli AVG potrebbe essere associato a un decremento nell'esecuzione di un compito di attenzione sostenuta. Nello specifico però gli AVGP mostrano un livello di prestazione maggiore rispetto ai NAVGP nella prima parte del compito, la quale subisce un decremento nella seconda parte senza in realtà risultare significativamente deficitaria rispetto ai NAVGP, piuttosto eguagliandoli. Inoltre gli AVGP risultano significativamente migliori nel compito di enumerazione visiva all'interno dello stesso studio (Trisolini et al., 2018).

## 2. ATTENZIONE

### 2.1 Teorie e modelli dell'attenzione

L'attenzione è una capacità cognitiva fondamentale che sottende le performance nella gran parte dei compiti di elaborazione delle informazioni; dalla notevole ampiezza e rilevanza di questo costrutto sono scaturite un gran numero di concezioni distinte (Ebert & Kohnert, 2011). La ricerca sull'attenzione ha inizio con il modello di Broadbent nel 1958 (Lavie & Dalton, 2014), che descrive l'attenzione come un filtro attraverso il quale le informazioni provenienti dall'ambiente subiscono una selezione, così da non sovraccaricare il sistema percettivo a capacità limitata. In questo processo alcune informazioni vengono scartate immediatamente, ad un livello di analisi rudimentale delle caratteristiche percettive - infatti è chiamato modello di "selezione precoce" dell'attenzione - (Lavie & Dalton, 2014) ed altre accedono al "canale decisionale," il quale è fondamentale per l'immagazzinamento, ma anche questo ha risorse limitate (Broadbent, 1958). Evidenze del fatto che le informazioni alle quali non si pone attenzione possono essere in realtà elaborate anche a livello del significato hanno portato alla formulazione di modelli in cui le informazioni "scartate" non sono in realtà eliminate, ma piuttosto attenuate, ovvero elaborate in minor misura (Treisman, 1964), oppure in cui il meccanismo di filtraggio attentivo è spostato in momenti successivi dell'elaborazione, implicando quindi una "selezione tardiva" delle informazioni non rilevanti ai fini dell'esecuzione del compito (Deutsch & Deutsch 1963).

Questi modelli si focalizzano maggiormente sulla funzione selettiva dell'attenzione. I modelli più recenti invece descrivono un gran numero di processi in domini diversi regolati dall'attenzione: il raggiungimento e il mantenimento dello stato di allerta e vigilanza, l'orientamento e la selezione di stimoli ambientali rilevanti, il controllo volontario, la consapevolezza, la memorizzazione, il *problem solving*; in generale la regolazione delle attività cognitive e comportamentali (Zomeran & Brouwer, 1994; Posner, 2012; Shallice, 2002; Posner & Petersen, 1990; Petersen & Posner, 2012).

In particolare, Posner & Petersen (1990) sintetizzano le principali funzioni dell'attenzione nelle tre dimensioni di orientamento, allerta o vigilanza ed elaborazione focale (cosciente) (si veda anche Posner & Boies, 1971). Queste funzioni sono essenziali per la capacità di orientare l'attenzione verso uno stimolo specifico, selezionare stimoli rilevanti, mantenere focus nel tempo e spostarlo da uno stimolo all'altro (Petersen & Posner, 2012).

Un'altra distinzione chiave che caratterizza alcuni modelli dell'attenzione è tra elaborazione automatica (o inconscia) ed elaborazione controllata (o conscia) delle informazioni (Ebert & Kohnert, 2011). L'attenzione controllata richiede uno sforzo conscio volto a mantenere un obiettivo nella sfera cognitiva e, pertanto, è strettamente connessa alle funzioni esecutive; questo tipo di attenzione può essere valutato attraverso compiti di natura cognitiva di alto livello e compiti di memoria di lavoro (Miyake et al., 2001).

Diversi autori concordano sulla necessità ed utilità di suddividere l'attenzione in componenti, distinzione a conferma della quale si sono riscontrate prove anatomiche (ad esempio, Gomes et al., 2000; Mirsky et al., 1991). Questo approccio consente un'identificazione più accurata dei punti di rottura nei problemi attenzionali (Ebert & Kohnert, 2011). Mirsky e collaboratori (1991) sostengono che esistono prove sia comportamentali che neuroanatomiche per quattro distinte componenti dell'attenzione: *Focus-Executive*, che riguarda la selezione delle informazioni bersaglio; *Sustain*, la capacità di mantenere focus e allerta nel tempo; *Shift*, che rende flessibile il focus attentivo e ne permette lo spostamento; e *Encode*, coinvolta nei processi di elaborazione, manipolazione, memorizzazione e recupero (Mirsky et al., 1991). Il modello di Sohlberg e Mateer (1989), basato su esperienza clinico-riabilitativa, descrive invece l'attenzione come una capacità multidimensionale su cinque livelli, ovvero: l'attenzione focalizzata, l'attenzione sostenuta, l'attenzione selettiva, l'attenzione alternata e l'attenzione divisa. Nel contesto del nostro studio la componente di maggiore interesse è quella qui definita "attenzione sostenuta", il cui studio è stato approfondito nell'ambito dei disturbi primari del linguaggio (per una meta-analisi vedi Ebert & Kohnert, 2011), dei disturbi specifici del linguaggio (Finneran et al.,

2009), ma soprattutto del disturbo da deficit dell'attenzione e iperattività (ad esempio Barkley, 1997; Tucha et al., 2017; Loo et al., 2009)

## 2.2 Attenzione e abilità di lettura

L'attenzione gioca un ruolo cruciale in diverse performance cognitive e comportamentali e nell'acquisizione delle abilità di base nell'ambito dell'istruzione, come la lettura e la scrittura (Commodari et al., 2015).

Considerando l'importanza delle funzioni attentive in questi processi, un deficit di controllo insufficiente o inadeguato del flusso di stimoli si può tradurre in una difficoltà nelle abilità di lettura (Commodari & Guarnera 2005), ma non abbiamo ancora compreso appieno il contributo di ciascuna delle diverse componenti attenzionali nell'apprendimento e sostentamento di questa abilità (Commodari et al., 2015).

Secondo Valdois e collaboratori (2004) per correlare causalmente una disfunzione cognitiva alla dislessia, bisogna soddisfare due condizioni: (1) il deficit deve essere associato alla dislessia evolutiva indipendentemente da ulteriori deficit fonologici e (2) deve predire l'abilità di lettura, sia su basi empiriche che teoriche. In questa sede esamineremo quindi il filone di ricerche che indaga specificamente la relazione tra attenzione ed abilità di lettura, riportando studi su soggetti con dislessia oppure con normali abilità di lettura categorizzati quindi come buoni lettori (*typical readers*, TR) e poveri lettori (*poor reader*, PR).

Negli studi classici sulle componenti cognitive della dislessia evolutiva ci si è focalizzati principalmente sull'ipotesi del deficit fonologico (Frith, 1997; Snowling, 2000; Vellutino et al., 2004), dimostrando una compromissione nei soggetti dislessici in diversi compiti di elaborazione fonologica, come ad esempio la ripetizione di non parole, l'apprendimento fonologico, la consapevolezza fonemica (Aguilar & Brady, 1991; Snowling, 1981; Snowling, et al., 1986; Wimmer, et al., 1998; Bradley & Bryant, 1978; Griffiths & Snowling, 2002; Morris et al., 1998). Studi più recenti hanno invece indagato disfunzioni delle capacità attentive di base, in particolare dell'attenzione visuo-spaziale e visiva, la

quale potrebbe soddisfare entrambe le suddette condizioni (Valdois et al., 2004). In questo campo si è riscontrato che i soggetti dislessici mostrano prestazioni deficitarie nella ricerca attenzionale seriale (Marendaz et al., 1996), distribuzione spaziale anomala delle risorse attentive visive con controllo asimmetrico dell'attenzione spaziale visiva e disattenzione nell'emicampo visivo sinistro (Facoetti & Molteni 2001; Facoetti et al., 2000; Facoetti et al. 2001), deficit nell'abilità di percezione globale di stimoli visivi (Franceschini et al. 2017), lenta focalizzazione automatica dell'attenzione visiva (Facoetti et al., 2003a) e prolungamento del tempo di permanenza attentiva (Hari et al., 1999). Inoltre, nelle ricerche con soggetti sani, i buoni lettori si dimostrano in grado di concentrare l'attenzione su diversi punti dello spazio visivo senza fare movimenti oculari, al contrario i lettori scadenti non utilizzano adeguatamente gli indizi visivi sulla posizione forniti da segnali presentati parafovealmente e mancano quindi del miglioramento dell'accuratezza. L'incremento di precisione in seguito ad indizi validi, che si manifesta nei buoni lettori, viene definito una misura della loro capacità di allocare l'attenzione (Brannan & Williams, 1987). Franceschini e collaboratori (2012) in uno studio longitudinale dimostrano che l'attenzione visuo-spaziale nei bambini in età prescolare predice la loro acquisizione futura dell'abilità di lettura. Stevens & Bavelier (2012), indagando il ruolo dell'attenzione selettiva all'interno del processo di alfabetizzazione, trovano che l'attenzione selettiva svolge un ruolo centrale nella formazione di alcuni circuiti neurali importanti per una lettura efficiente, come quelli presenti nella regione della forma visiva delle parole (*Visual Word Form Area*, VWFA). In effetti sono diversi gli studi che riscontrano una ridotta capacità di attenzione selettiva visiva in dislessici o lettori scarsi, utilizzando sia stimoli linguistici, come lettere, che non linguistici (Bosse & Valdois, 2009; Casco et al., 1998; Sperling et al., 2005). Ulteriori ricerche appurano che, indipendentemente dai deficit fonologici, un deficit dello span di attenzione visiva – “limitando il numero di elementi che possono essere elaborati in parallelo da una breve visualizzazione visiva” (Bosse et al., 2007) – sia fonte di una buona parte di varianza nelle prestazioni di lettura (Bosse et al., 2007; Bosse & Valdois, 2009). Questi studi sembrano suggerire che un plausibile “secondo *core deficit*” della dislessia dello sviluppo sia appunto

localizzato nell'attenzione visiva (Valdois et al., 2004). D'altro campo ricerche parallele su soggetti dislessici hanno nel frattempo descritto deficit nell'orientamento automatico dell'attenzione uditiva oltre che visiva (Facoetti et al., 2003b; Hari & Keisila, 1996), in linea con la teoria dello "spostamento lento dell'attenzione" proposta da Hari e Renvall (2001), secondo la quale il rallentamento nella cattura attentiva ed il tempo di permanenza attentivo prolungato comprometterebbero l'elaborazione in tutte le modalità sensoriali, per cui i deficit di attenzione visiva e di elaborazione e consapevolezza fonologica coesisterebbero nella dislessia evolutiva. Nicolson & Fawcett (1994) in uno studio su deficit cognitivi e motori in bambini dislessici di diverse età riscontrano una serie di prestazioni deficitarie rispetto ai gruppi di controllo, che interpretano genericamente come un'"automatizzazione meno completa del normale". Questi studiosi sottopongono i soggetti a numerose prove per sondarne le abilità di base (tra cui velocità nel denominare immagini semplici, colori primari, singole cifre e singole lettere minuscole; reazione semplice a un tono puro, tempi di reazione (RT) di scelta a toni puri, ricerca visiva, riconoscimento tachiscopico delle parole, infilatura delle perline, compiti di equilibrio statico e altri) e trovano deficit gravi o moderati in tutte meno che la reazione semplice. Concludono quindi che l'ipotesi più adeguata alla descrizione dei loro risultati è quella del deficit di automatizzazione nella dislessia evolutiva (Nicolson & Fawcett, 1990), secondo cui i bambini dislessici hanno difficoltà nell'automatizzare qualsiasi abilità, sia motoria che cognitiva. Moores & Andrade (2000) riportano il rallentamento dei dislessici nei compiti RT di scelta descritto da Nicolson & Fawcett (1994) in uno studio che indaga l'attenzione sostenuta e la capacità di inibizione in adolescenti dislessici, affermando che il compito RT di scelta abbia delle somiglianze con il "*Sustained Attention to Response Task*" (SART, Robertson et al., 1997) tipicamente utilizzato per testare l'attenzione sostenuta. Questi studiosi riscontrano poi un maggiore numero di errori al SART negli adolescenti con dislessia rispetto al gruppo di controllo (tenendo in considerazione i RT). All'interno della popolazione a sviluppo tipico, i "lettori poveri" mostrano prestazioni peggiori nel "Digit Span" (Commodari & Guarnera, 2005; Commodari et al., 2015), compito solitamente utilizzato come misura della memoria a breve

termine, ma che secondo alcuni studiosi rappresenterebbe meglio l'attenzione pura (Howieson & Lezak, 2004). Commodari e collaboratori descrivono in aggiunta correlazioni tra la velocità di elaborazione degli stimoli (RT semplice) e la capacità di lettura (in termini di velocità e accuratezza) e tra le prestazioni di "digit span" e le prove di lettura, ma anche un ruolo predittivo dello *shifting* attentivo sulla qualità della prestazione di lettura (Commodari & Guarnera, 2005; Commodari et al., 2015), componente finora maggiormente indagata nella ricerca sui disturbi del linguaggio (vedi Aljahlan & Spaulding, 2021 per una meta-analisi). Ancora nell'ambito dell'attenzione sostenuta i bambini dislessici mostrano deficit di attenzione uditiva sostenuta al "*Code Transmission task*" (Varvara et al., 2014), un sotto-test del Test dell'attenzione quotidiana per bambini (Manly et al., 2001). Si conclude che "il buon lettore ottiene prestazioni significativamente migliori rispetto al cattivo lettore nelle prove che richiedono capacità di concentrazione e vigilanza (prove di *riconoscimento spaziale* e "*digit span*"), e di mantenimento del focus attentivo sul compito (prova di *rapidità e precisione*)" (Commodari et al., 2015). Notiamo che la prova definita di '*rapidità e precisione*' si riferisce ad un RT di scelta.

### 2.3 Attenzione sostenuta e capacità di inibizione

L'attenzione sostenuta e la capacità di inibizione sono state ampiamente indagate nell'ambito della ricerca sul disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ad esempio Barkley, 1997; Berwid et al., 2005; Hwang et al., 2019). Data la ormai accertata comorbidità tra questo disturbo e la dislessia evolutiva (Germanò et al., 2010) alcuni ricercatori hanno approfondito il ruolo di queste capacità fondamentali nelle abilità di lettura (Commodari & Guarnera, 2005; Commodari et al., 2015; Lonergan et al., 2019; Moores & Andrade, 2000; Silva-Pereyra et al., 2010).

L'attenzione sostenuta è descritta da Mirsky e colleghi (1991) come la capacità di mantenere la concentrazione e l'attenzione nel tempo e da Leclercq (2002) come la capacità di prestare attenzione continuamente ed elaborare le informazioni di un input sensoriale.

Esterman & Rothlein (2019) illustrano una serie di modelli attraverso cui descrivere questa abilità e i compiti correlati, tra i quali troviamo:

- “*Arousal model*”: questo modello suggerisce che l’attività del sistema noradrenergico del locus coeruleus (LC), distinta in tonica e fasica, sia centrale nelle prestazioni attentive attraverso la regolazione del livello di *arousal*: entrambi gli estremi di attività tonica di LC (eccessivamente bassa o troppo alta) sono associati ad un decremento della prestazione legato nel primo caso, di *ipo-arousal*, ad un basso coinvolgimento nel compito o disattenzione, e nel secondo, di *iper-arousal*, ad eccessiva distraibilità. In entrambi i casi si riscontra un malfunzionamento dell’attività fasica di LC, la quale invece ottimizzerebbe la prestazione al compito (Aston-Jones & Cohen, 2005; Esterman & Rothlein, 2019);
- “*Resource-Control Theory of Mind Wandering*” (Thomson et al. 2015): questa teoria sostiene che la divagazione della mente (i pensieri autogenerati) costituisce lo stato predefinito di un individuo, causato da un bias continuo delle risorse attentive, per cui il controllo cognitivo è fondamentale per portare le risorse attentive su di un compito, ma le stesse risorse sono limitate (e costanti), ed il controllo esecutivo si riduce in funzione del tempo dedicato all’attività;
- “*Opportunity cost model*” (Kurzban et al., 2013): questo modello afferma che le prestazioni in compiti che richiedono controllo cognitivo sono dipendenti dalle rappresentazioni mentali di costi e benefici associati all’esecuzione del compito. Queste rappresentazioni regolano lo sforzo impiegato e il direzionamento delle risorse (che il modello descrive in termini di meccanismi computazionali limitati) e, a parità di altre condizioni, determinano le prestazioni.

Diversi studi hanno messo in stretta relazione l’attenzione sostenuta ed il controllo inibitorio (Barkley, 1997; Kochanska, et al., 2000, Reck & Hund, 2011). D’altro canto, una definizione condivisa di inibizione all’interno della psicologia cognitiva non si è ancora chiaramente affermata, ponendo come argomento di discussione se il controllo inibitorio dei domini cognitivi e comportamentali possa essere definito un costrutto unitario (Logan & Cowan, 1984; MacLeod, 2007).

Alcuni studiosi ritengono infatti che l'inibizione comportamentale e quella cognitiva siano distinte (Harnishfeger et al., 1995). Macleod (2007) descrive l'inibizione cognitiva come "l'arresto o il superamento di un processo mentale, in tutto o in parte, con o senza intenzione" similmente a Harnishfeger & Bjorkland (1993) che la descrivono come un processo attivo di soppressione di una rappresentazione cognitiva precedentemente attivata. Nella concettualizzazione che pone il controllo inibitorio all'interno delle funzioni esecutive, questo è descritto invece come la capacità di sopprimere o ritardare una risposta predominante al fine di raggiungere un obiettivo (Morasch & Bell, 2011).

### 2.3.1 Valutazione

Le valutazioni dell'attenzione sostenuta spesso utilizzano compiti di vigilanza con durata consistente in cui il paziente deve indicare gli stimoli bersaglio in una sequenza di distrattori (Rosvold et al., 1956). Come la durata del compito, anche l'incertezza temporale e la presenza di un bersaglio infrequente sono fattori che mettono a dura prova l'attenzione sostenuta (Parasuraman & Mouloua, 1987). Parasuraman & Mouloua (1987) suggeriscono una categorizzazione dei compiti di vigilanza, nello specifico tra: compiti a discriminazione successiva, in cui gli stimoli bersaglio sono distinti da un riferimento non bersaglio e vengono presentati in successione, e a discriminazione simultanea, in cui le caratteristiche del segnale e non segnale vengono presentate all'interno dello stesso evento stimolo. Altre caratteristiche del compito da considerare sono: (1) se il dominio della discriminazione è sensoriale o cognitivo, (2) se la modalità sensoriale è visiva o uditiva e (3) se la fonte è singola o multipla (Parasuraman & Mouloua, 1987).

Paradigmi spesso utilizzati nella valutazione dell'attenzione sostenuta sono il *Conners' Continuous Performance Test*; (CCPT; Conners, 2000) che richiede, nella versione originale, di indicare la presentazione della lettera X, da sola o quando è preceduta dalla A; il "*Psychomotor Vigilance Task*" (PVT), caratterizzato da elevata incertezza temporale e bassi effetti di apprendimento (Dinges et al., 1997; Jewett & Kronauer, 1999), il quale valuta i RT dei partecipanti all'insorgenza di uno stimolo visivo (o uditivo) presentato in ogni

prova a intervalli casuali tra gli stimoli (Ciria et al., 2017); il *Sustained Attention to Response Task* (SART; Robertson et al., 1997), di cui troviamo diverse versioni, con lettere, numeri e “scarabocchi” (Moore & Andrade, 2000), che può considerare errori, omissioni e RT nella risposta a stimoli bersagli rari, in un flusso di distrattori, presentati solitamente a ritmo elevato. I test per l'attenzione sostenuta e la vigilanza, come il CCPT e il SART, si sono dimostrati capaci di evidenziare anche deficit nel controllo inibitorio (oltre a sintomi di distrazione e divagazioni della mente) (Fuermaier et al., 2022), richiedendo al soggetto di trattenere correttamente la risposta in caso di distrattori (*go/no-go task*) (Moore & Andrade, 2000; Wright et al., 2014). Anche l’“oddball paradigm”, si inserisce nei compiti che indagano l’attenzione sostenuta, valutando l’accuratezza del soggetto nel rispondere ad un bersaglio infrequente e inaspettato (incertezza temporale) per un tempo prolungato (Ciria et al., 2017).

### 3. STUDIO EMPIRICO

#### 3.1 Materiali e metodi

Il seguente studio è parte di una ricerca più ampia svolta su un campione di studenti universitari riguardo gli effetti a breve termine dei videogiochi sulle abilità cognitive (attenzione e lettura) e sensomotorie. Questo elaborato si concentra nello specifico sulle abilità di attenzione sostenuta ed inibizione, tramite l'analisi delle performance dell'"oddball paradigm". Sulla base della letteratura descritta nella sezione precedente, la nostra ipotesi prevedeva che le prestazioni ai compiti "oddball" fossero disturbate nel gruppo dei cattivi lettori se confrontate con quelle dei buoni lettori dopo la condizione NAVG. Tuttavia, questa differenza potrebbe essere annullata dall'effetto indotto dalla condizione AVG, che dovrebbe migliorare l'attenzione sostenuta nel gruppo dei cattivi lettori. Lo scopo era di esplorare come il livello di divertimento e/o il tipo di gioco (AVG e NAVG) influenzassero le capacità attentive nei due gruppi con diverse abilità di lettura.

#### 3.2 Partecipanti

Per lo studio è stato coinvolto un campione di 87 studenti, di età compresa tra i 18 e i 24 anni, della Scuola di Psicologia dell'Università di Padova. I partecipanti hanno aderito alla ricerca su base volontaria e sono stati sottoposti ad un questionario riguardante le abitudini di vita, l'uso dei videogiochi e la presenza di diagnosi mediche. Sono stati esclusi studenti con disturbi neurologici accertati. Testando velocità e accuratezza nella lettura di brani post-gioco, il campione è stato diviso in "buoni lettori" (*typical readers*, TR) e "cattivi lettori" (*poor readers*, PR). In particolare, i partecipanti che hanno ottenuto uno Z score medio (velocità e accuratezza) inferiore a -1.5 deviazione standard, sono stati considerati come PR (19 soggetti, di cui 8 maschi e 11 femmine, età media=20.2), mentre gli altri come TR (68 soggetti, di cui 15 maschi e 53 femmine, età media=19.8). Tra i due gruppi non sono state osservate differenze significative nei parametri monitorati durante la prima sessione (ansia di stato e tratto, prestazioni nella prova delle somiglianze), né rispetto alle abitudini di vita riportate nel questionario di selezione: il tempo medio settimanale dedicato ai videogiochi, il tempo medio passato a giocare a giochi da tavolo, quello in cui i soggetti suonano, quello in cui

fanno sport, ed il consumo settimanale di caffeina e cioccolato (si veda la Tabella 1 per la descrizione del campione e Tabella 2 per le abitudini).

	N	Sesso		Età media (DS)	Manualità		Z score medio Lettura (DS)	P. Pond. Medio di Somiglianze (DS)
		M	F		D X	S X		
TR	68	15	53	20.2 (0.9)	61	7	-0.068 (0.77)	10.7 (2.30)
PR	19	8	11	19.8 (0.54)	18	1	-2.28 (0.67)	10.4 (1.71)

Tabella 1: descrizione del campione. TR= typical readers; PR = poor readers

	Media (DS)		T (df)	p
	TR	PR		
Videogiochi	103.75 (209.42)	196.05 (369.18)	-1.41 (85)	0.16
Giochi da tavolo	31.47 (72.96)	71.84 (129.09)	-1.77 (85)	0.08
Suonare musica	21.69 (49.89)	11.84 (36.26)	0.80 (85)	0.43
Sport	135.37 (154.88)	111.84 (167.79)	0.57 (84)	0.57
Caffeina	8.27 (7.29)	8.11 (5.94)	0.09 (85)	0.93
Cioccolato	5.08 (5.94)	3.95 (4.10)	0.78 (85)	0.44

Tabella 2: T-Test a campioni indipendenti delle abitudini dei partecipanti. In videogiochi, giochi da tavolo, musica e sport è stato considerato il tempo in *minuti a settimana*; in caffeina e cioccolato le *quantità consumate settimanalmente*

### 3.3 Stimoli

Di seguito sono descritti i test e gli strumenti utilizzati nello studio:

**App e fascia per la registrazione della frequenza cardiaca:** la frequenza cardiaca è stata misurata utilizzando una fascia cardiaca appositamente progettata e la rispettiva applicazione (Coospo). Le misurazioni sono state effettuate prima della sessione di gioco, durante il compito di Pegboard, durante la sessione di gioco stessa e infine durante l'ultima somministrazione del compito di Pegboard.

**Edinburgh Handedness Questionnaire** (Robinson, 2013): questionario per la valutazione della mano dominante. I partecipanti hanno dovuto indicare con quale

mano preferissero svolgere specifici compiti, come scrivere, disegnare, usare delle forbici, ecc. In caso di preferenza per una delle due mani, è stato chiesto se venisse occasionalmente utilizzata anche l'altra mano.

***State-Trait Anxiety Inventory*** (STAI; Lazzari e Pancheri, 1980): questionari per la misurazione dell'ansia di stato e di tratto. In ogni questionario i partecipanti hanno dovuto rispondere a venti domande utilizzando una scala Likert a 4 punti, in cui il punteggio 1 indicava una frequenza o quantità minima e il punteggio 4 indicava una frequenza o quantità massima, riguardo lo stato emotivo abituale (ansia di tratto) e lo stato emotivo al momento della compilazione del questionario (ansia di stato).

**Somiglianze (WAIS-IV)**: sub-test delle somiglianze della *Wechsler Adult Intelligence Scale - Fourth Edition* (WAIS-IV; Wechsler, 2008). In questa prova, i partecipanti dovevano identificare le somiglianze tra coppie di parole. La prova consisteva in 18 coppie di parole, e a ciascuna coppia veniva assegnato un punteggio da 0 a 2. Lo scopo della prova era misurare le capacità di astrazione categoriale dei partecipanti.

**Sessione di gioco (AVG o NAVG)**: i partecipanti hanno giocato al gioco "Rayman Raving Rabbids™" sulla console Wii. Hanno avuto l'opportunità di familiarizzare con i controller (telecomando e nunchuck) prima dell'inizio della sessione di gioco. Nella condizione AVG, i partecipanti hanno affrontato minigiochi di tipo sparatutto. Nella condizione NAVG, i partecipanti hanno giocato a minigiochi diversi, evitando le caratteristiche dei giochi AVG e le relative pressioni sensomotorie e cognitive.

**Questionario Post-Gioco** (Franceschini et al., 2022): questionario in cui si chiedeva al partecipante di valutare quanto l'attività svolta fosse stata difficile, noiosa, divertente, e quanto si sentissero calmi, allegri ed energici. È stata utilizzata una scala Likert da 1 a 9, in cui 1 rappresentava "per nulla" e 9 "molto". Il questionario è stato somministrato dopo entrambe le sessioni di gioco.

**Prove di Lettura**: i partecipanti hanno affrontato tre tipi di prove di lettura: lettura di un brano, lettura di una lista di parole e lettura di una lista di pseudo-

parole. Le prove sono state suddivise in due versioni per evitare l'effetto test-retest e sono state somministrate in modo randomizzato tra i partecipanti e tra le due sessioni. Le prove venivano registrate e valutate in base al tempo di lettura e agli errori commessi.

**Paradigma Oddball Visivo ed Uditivo:** nel compito di oddball sono previste due prove computerizzate di discriminazione degli stimoli. Al partecipante sono presentati in ciascuna prova, per brevi ed irregolari intervalli di tempo, due stimoli della stessa modalità sensoriale, uno “frequente”, che appare l’80% delle volte e a cui il soggetto deve rispondere premendo il tasto “S” con la mano sinistra, ed uno “infrequente”, che costituisce il restante 20 % e al quale il soggetto deve rispondere premendo il tasto “L” con la mano destra. Le mani devono restare ferme ognuna sul proprio tasto ed il soggetto ad una distanza di 60 cm dal monitor per permettere una reazione più immediata possibile all’elaborazione dello stimolo. Gli stimoli frequenti erano un tono alto nella prova uditiva e un diamante\rombo nella visiva, e quelli infrequenti un tono basso e un quadrato. Al soggetto veniva riferito, durante le istruzioni al compito, quale dei due si sarebbe presentato più frequentemente chiedendogli di rispondere in modo rapido e accurato, in seguito gli si sottoponevano 10 stimoli di prova con feedback per permettergli di apprendere il compito. Entrambe le prove sono state somministrate dopo ogni sessione di gioco, l’ordine di somministrazione è stato randomizzato e controbilanciato.

**Pegboard:** il compito di Pegboard consiste nell’inserimento di quanti più pioli possibile in una tavola con fori appositi in 30 secondi; è stato svolto in tre parti: prima con la mano dominante, poi con la mano non dominante e infine con entrambe le mani contemporaneamente. Questa prova è stata somministrata due volte durante entrambe le sessioni, prima e dopo la sessione di gioco.

### 3.4 Procedura

L'esperimento cross-over è stato condotto in doppio cieco da due diversi sperimentatori ed è stato suddiviso in due sessioni sperimentali, ciascuna della

durata di circa 1 ora e mezza. Le due sessioni si sono svolte a una settimana di distanza l'una dall'altra, alla stessa ora e con gli stessi sperimentatori, al fine di controllare il più possibile sia i fattori esterni che quelli interni, come ad esempio le variazioni circadiane del livello di cortisolo (Schmidt-Reinwald et al., 1999).

Il partecipante è stato accompagnato da un diverso sperimentatore nella prima fase (prima e durante il gioco) rispetto a colui che ha somministrato i test nella fase post-gioco. Solo il primo era a conoscenza della condizione (AVG o NAVG) utilizzata nel gioco, al fine di evitare qualsiasi condizionamento sulla performance del partecipante e sul punteggio assegnato dal secondo sperimentatore. Le analisi dei dati sono state condotte in cieco, assegnando alle condizioni AVG e NAVG le etichette di "viola" e "blu". La sequenza dei due giochi è stata randomizzata.

Nella prima sessione sperimentale (T1), dopo aver ottenuto il consenso informato e raccolte le informazioni anagrafiche, è stato somministrato il test per determinare la manualità (*Handedness Questionnaire*). Successivamente, è stata svolta la registrazione della frequenza cardiaca (*Heart Rate*, HR) massima e media al fine di ottenere una misura di baseline pre-gioco.

Durante la sessione T1, sono stati somministrati i test STAI di tratto e di stato, il subtest sulle Somiglianze per stimare il QI, la lettura di un brano (uguale per tutti) e il Pegboard test (durante il quale veniva registrata la HR). Seguiva quindi la mezz'ora di gioco alla Wii (con registrazione HR), la cui tipologia seguiva la randomizzazione assegnata. Infine, questa sessione comprendeva il questionario post-gioco, lo STAI di stato, le tre prove di lettura brano, lista di parole e lista di pseudo-parole, due compiti attentivi di oddball (uditivo e visivo) e infine una sessione di Pegboard (con registrazione HR).

Nella sessione T2, la settimana successiva, l'esperimento ha seguito un ordine simile. La fase di test pre-gioco è stata più breve e comprendeva solo lo STAI di stato e il Pegboard test. Nella sessione di gioco i partecipanti giocavano alla tipologia opposta a quella assegnata in T1, per lo stesso lasso di tempo. Nella fase post-gioco, pressoché identica, venivano variate le prove di lettura e l'ordine di somministrazione dei compiti oddball di tipo uditivo e visivo.

## 6. RISULTATI

### - STAI

Tramite T-Test a campioni indipendenti sono stati confrontati i livelli di ansia di stato tra i gruppi TR (media = 46.8, DS = 8.58) e PR (media = 49.0, DS = 9.91) da cui non sono emerse differenze statisticamente significative ( $t_{(85)} = 0.17$ ,  $p = 0.87$ ) e il livello di ansia di stato prima delle condizioni di gioco i quali pure non differivano significativamente (pre-NAVIG:  $t_{(85)} = -0.85$ ,  $p = 0.39$ ; pre-AVG:  $t_{(85)} = -1.24$ ,  $p = 0.21$ ).

Le condizioni post-gioco sono state confrontate tramite un T-Test a campioni appaiati. Si è riscontrata una differenza significativa nei livelli di ansia per tipologia di gioco ( $t_{(86)} = -2.51$ ,  $p = 0.014$ ), con livelli più elevati di ansia nel post-AVG (media = 37.4, errore standard = 0.85) rispetto al post-NAVIG (media = 35.7, errore standard = 0.85).

### - FREQUENZA CARDIACA

Per quanto riguarda la frequenza cardiaca (HR), un T-Test a campioni indipendenti ha rivelato una differenza significativa tra i due gruppi nella fase pre-gioco, con HR media più elevata nel gruppo TR (media = 93.2, errore standard = 1.53) rispetto al gruppo PR (media = 86.1, errore standard = 3.04). Tuttavia, un'analisi della varianza (ANOVA) a misure ripetute non ha evidenziato effetti principali legati al gioco, interazioni tra gioco e gruppo o effetti di gruppo. Inoltre, un T-Test a campioni appaiati non ha mostrato differenze rilevanti nella HR media tra le condizioni AVG e NAVIG durante il gioco o prima del gioco.

### - QUESTIONARIO POST-GIOCO

I T-Test a campioni appaiati (vedi Figura 1) hanno evidenziato:

- Il livello di divertimento ( $t_{(86)} = -3.72$ ,  $p < .001$ ), che è risultato essere significativamente maggiore in seguito alla condizione AVG (media = 6.74, deviazione standard = 1.43) rispetto alla condizione NAVIG (media = 6.11, deviazione standard = 1.49).

- Il livello di noia ( $t_{(86)} = 2.85$ ,  $p = .006$ ), che è risultato essere significativamente minore nei partecipanti in seguito alla condizione AVG (media = 3.11, deviazione standard = 1.75) rispetto alla condizione NAVG (media = 3.70, deviazione standard = 1.96).

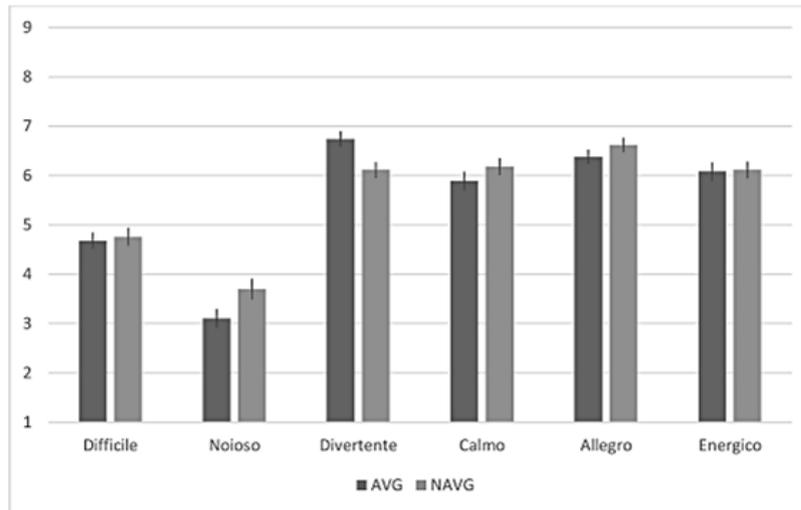


Figura 1: medie e deviazioni standard (SE) degli item relativi al questionario della valutazione post-gioco.

#### - ODDBALL

Per quanto riguarda le prestazioni oddball sono state svolte due analisi della varianza (ANOVA), una sull'accuratezza delle risposte e una sui tempi di reazione (RT) nelle risposte corrette. Erano considerate tre variabili dentro i soggetti: (i) la Frequenza degli stimoli (frequenti vs. rari); (ii) il tipo di Gioco (AVG vs. NAVG) e (iii) la Modalità sensoriale (visiva vs. uditiva). La variabile tra i soggetti era il Gruppo (TR vs. PR). Per quanto riguarda l'accuratezza le variabili in cui si riscontra un effetto significativo sono la Frequenza ( $F_{(1,84)} = 167.44$ ,  $p < .001$ ) e la Modalità ( $F_{(1,84)} = 6.79$ ,  $p = .011$ ). L'effetto principale del Gruppo non era significativo, così come tutte le possibili interazioni. Nel caso dei RT invece troviamo, oltre all'effetto previsto della Frequenza ( $F_{(1,84)} = 3538.03$ ,  $p < .001$ ), diverse interazioni tra le variabili considerate: (i) la Frequenza interagisce con la Modalità ( $F_{(1,84)} = 4.41$ ,  $p = .039$ ), infatti gli stimoli frequenti elicitano risposte ugualmente veloci tra la modalità visiva e quella uditiva (rispettive medie di 393 e 394 ms), mentre in quelli rari si riscontra una riduzione dei RT nella modalità

uditiva (media=798 ms) rispetto a quella visiva (media=816 ms); (ii) il Gioco con la Modalità ( $F_{(1,84)}=5.99$ ,  $p=.016$ ), da cui si evince che dopo il NAVG non si riscontra differenza tra oddball visivo (media=602 ms) e uditivo (media=603 ms), mentre dopo l'AVG si ha una riduzione dei RT nella modalità uditiva (media=588 ms), ma non in quella visiva (media=607 ms), in linea con le nostre ipotesi; (iii) il Gioco con il Gruppo ( $F_{(1,84)}=6.24$ ,  $p=.014$ ), infatti emerge una differenza nei RT tra i due gruppi (media nei PR=624 ms e media dei TR=581 ms) in seguito al NAVG che viene annullata in seguito alla sessione di gioco con l'AVG (media dei PR=603 e media dei TR=592).

Infine, indagando l'interazione tra Gioco e Gruppo tramite una serie di post-hoc tests, confermiamo che i RT dei PR sono significativamente più lenti di quelli dei TR in seguito al NAVG ( $t_{(84)}=-2.58$ ,  $p=.012$ ), ma questa differenza si annulla dopo aver giocato con gli AVG ( $t_{(84)}=-0.745$ ,  $p=.458$ ; si veda la Figura 2).

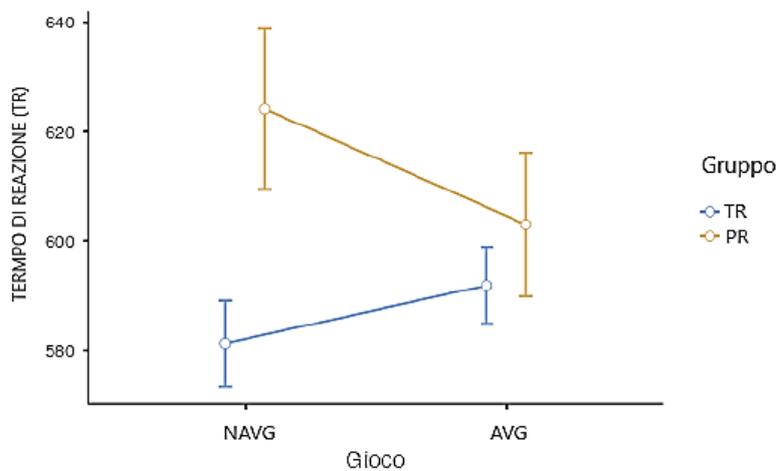


Figura 2: medie ed errori standard dei tempi di reazione dei gruppi TR e PR nelle condizioni di gioco AVG e NAVG

## 7. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo scopo del presente elaborato è stato quello di indagare l'effetto transiente delle tipologie di videogioco AVG e NAVG sulle capacità attentive, in particolare sulla capacità di attenzione sostenuta e quella d'inibizione, in soggetti classificati come "buoni" o "cattivi" lettori. La classificazione dei soggetti è avvenuta in base alla loro prestazione in prove di lettura (brani, parole e pseudo-parole) valutata in termini di velocità e accuratezza. I due gruppi non presentavano differenze significative nel livello di intelligenza verbale, nelle abitudini e nell'ansia di tratto. Per accertarci che eventuali differenze tra le prestazioni non fossero dovute a fattori esterni o interni altri, le due sessioni sperimentali sono state svolte lo stesso giorno della settimana alla stessa ora e con gli stessi sperimentatori, tutte le prove sono state randomizzate e controbilanciate e l'esperimento si è svolto in doppio cieco.

I partecipanti non differivano in termini di ansia percepita nelle valutazioni pre-gioco ma hanno riportato un livello significativamente maggiore di ansia in seguito alla sessione di gioco con AVG, rispetto a quella con NAVG. Questa differenza potrebbe derivare dalle caratteristiche distintive degli AVG, chiamati anche "sparatutto", che sono infatti videogiochi costitutivamente più stimolanti, con richieste percettive, cognitive e motorie maggiori, ed un maggiore livello di imprevedibilità (Trisolini et al. 2018; Green et al., 2010). In effetti, sebbene maggiore, il livello di ansia rilevato è ben lontano dai valori dell'ansia clinica, ad indicare probabilmente un maggior livello di attivazione psicologica.

In termini di frequenza cardiaca però non si è riscontrata una differenza legata al tipo di gioco durante le sessioni; l'unica differenza significativa è emersa nella fase pre-gioco tra i due gruppi, in cui i "cattivi" lettori mostravano una HR media più bassa dei "buoni" lettori.

Anche nel riportare il proprio livello di attivazione, riferito all'item "quanto ti senti energico" del questionario post-gioco, i partecipanti non mostrano differenze relate alla tipologia di gioco. D'altro canto, nello stesso questionario, descrivono come più divertente e meno noioso l'AVG rispetto al NAVG.

Per quanto riguarda le prestazioni oddball i due gruppi non differivano in termini di accuratezza e questa non veniva condizionata dalla sessione di gioco, ma tutti i

soggetti, come previsto, si sono dimostrati più accurati nella risposta allo stimolo frequente rispetto a quello raro. Infatti, nella condizione con stimolo raro il soggetto deve inibire la risposta motoria più frequente e riorientare l'attenzione sulla risposta motoria meno frequente. Nell'ambito della velocità di risposta, in aggiunta all'influenza della frequenza, sono emerse una serie di differenze e interazioni: sia dopo la fase di gioco con AVG, che nel caso di stimoli infrequenti, emerge una discrepanza nella velocità di risposta agli stimoli in base alla modalità sensoriale che non si riscontra in seguito ai NAVG, né nei confronti degli stimoli frequenti. Queste interazioni sembrano suggerire una riduzione dei tempi di reazione nella modalità uditiva, specialmente per gli stimoli infrequenti, in seguito ad AVG (troviamo difatti una triplice interazione interessante, seppure non significativa ( $p=.065$ ), che suggerisce la stessa tendenza).

Il dato di maggiore interesse della nostra ricerca riguarda l'interazione tra il tipo di gioco e il gruppo di appartenenza: dopo la sessione NAVG i “cattivi” lettori si dimostrano significativamente più lenti dei “buoni”, ma questa differenza si attenua nell'oddball successivo alla sessione di gioco AVG, nel quale i PR sembrano mostrare una riduzione, seppure non significativa ( $p=.063$ ), dei tempi di reazione, e i “buoni” lettori un leggero aumento, anche questo non significativo ( $p=.079$ ).

Gli oddball task sono strumenti computerizzati di valutazione attentiva nei quali si richiede al soggetto di rispondere distintamente agli stimoli rari e frequenti, presentati con intervalli irregolari e ordine casuale. Assumiamo che durante il compito il soggetto automatizzi la risposta allo stimolo frequente, che si presenta l'80% delle volte (infatti la frequenza è l'unica caratteristica dello stimolo che determina una differenza significativa sia in termini di accuratezza che di tempo di reazione) per cui una risposta corretta allo stimolo raro richiedeva il coinvolgimento dei meccanismi di inibizione, oltre che della capacità di discriminazione sensoriale e dell'attenzione sostenuta.

Data l'ampia ricerca a conferma della correlazione tra abilità di lettura e capacità attentive di base (Bosse & Valdois, 2009; Bosse et al., 2007; Brannan & Williams, 1987; Casco et al., 1998; Facoetti & Molteni 2001; Facoetti et al., 2000; Facoetti et al. 2001; Facoetti et al., 2003a, 2003b; Marendaz et al., 1996; Sperling et al.,

2005;), come anche l'attenzione sostenuta (Commodari & Guarnera 2005; Commodari et al., 2015; Varvara et al., 2014) era nostra aspettativa che la distinzione tra i due gruppi PR e TR sarebbe stata predittiva di una differenza nelle prestazioni in compiti che richiedevano le suddette capacità. Abbiamo difatti riscontrato questa differenza in seguito al NAVG, interpretandola come sintomatica di una carenza dei "cattivi" lettori nelle capacità di attenzione sostenuta e nei meccanismi di inibizione. Interpretazioni alternative potrebbero collocarsi in direzione dell'ipotesi del deficit di automatizzazione dislessico (DAD) di Nicolson & Fawcett (1990), come indice di una difficoltà di questi soggetti ad automatizzare la risposta al compito, o dell'ipotesi dello spostamento lento dell'attenzione di Hari e Renvall (2001) che descrive un deficit generale dell'elaborazione multisensoriale. L'equipararsi delle prestazioni dei gruppi in seguito al videogioco d'azione, in cui notiamo la tendenza del gruppo PR a rispondere più velocemente, è coerente con le diverse evidenze riguardo ai benefici a breve termine sulle capacità cognitive e attentive di questo strumento (Brodbeck & Dupuis, 2020; De Lisi & Cammarano, 1996; Franceschini et al., 2022; Kozhevnikov e colleghi, 2018; Pine et al., 2020; Wang et al., 2023), il quale nel nostro studio è stato parallelamente valutato come più divertente e meno noioso, confermando al contempo le evidenze sui benefici cognitivi e sensomotori del divertimento in seguito a situazioni di gioco (Palagi, 2004; Franceschini et al., 2022). L'incremento nella percezione di ansia in seguito ad AVG e le differenze nella frequenza cardiaca media dei due gruppi, possono essere al contempo interpretate all'interno del modello dell'arousal dell'attenzione sostenuta in modo coerente ai nostri risultati: la minore frequenza cardiaca media mostrata dai cattivi lettori potrebbe infatti correlare con una bassa attività del locus coeruleus (LC), data l'influenza di questo sul sistema nervoso autonomo (Samuels & Szabadi, 2008). Si è riscontrato, a conferma della relazione tra sistema noradrenergico e abilità di lettura, che i pazienti dislessici (con e senza comorbidità ADHD) sottoposti a trattamento con atomoxetina, inibitore selettivo della ricaptazione della noradrenalina, riscontrano un significativo miglioramento nelle abilità di lettura (Shaywitz et al., 2017). Una bassa attività tonica di LC è in generale associata ad un basso coinvolgimento nel compito e decremento della prestazione

nei compiti di attenzione sostenuta (Esterman & Rothlein, 2019), da cui la prestazione deficitaria ai compiti oddball.

Questa condizione di ipo-arousal o disattenzione del gruppo PR potrebbe essere stata portata ad un livello ottimale dalla sessione di gioco AVG, dopo la quale i partecipanti hanno riportato un livello maggiore di “ansia”, in linea con gli studi che considerano l’AVG una fonte lieve (e funzionale) di stress (Skosnik et al., 2000). L’attivazione ottimale di LC è correlata al buon funzionamento del filtraggio sensoriale e dell’attenzione sostenuta (Esterman & Rothlein, 2019), che si traduce nel nostro studio in una migliore performance oddball. Nel caso dei buoni lettori, che invece partivano da un livello di attivazione ottimale, la forte stimolazione dovuta agli AVG potrebbe aver causato un iper-arousal, con conseguente ansia ed aumento della distraibilità, il quale spiegherebbe la tendenza che si è notata in questo gruppo al peggioramento della performance oddball in seguito ad AVG.

Ne concludiamo che il presente studio comprova l’esistenza di una relazione intrinseca tra capacità attentive di base e abilità di lettura, portando risultati a favore del nascente interesse per il ruolo dell’attenzione sostenuta in questo processo. Abbiamo inoltre confermato le nostre ipotesi e la vasta letteratura riguardo le potenzialità degli AVG, che si sono dimostrati strumenti in grado di elicitare divertimento e potenziamento cognitivo, confermando ulteriormente la relazione tra questi ultimi due aspetti. Poniamo quindi l’attenzione sulle potenzialità educative e riabilitative di questo strumento, nel campo specifico dei disturbi dell’apprendimento, come la dislessia, ma non solo, dato l’accumularsi delle evidenze sulla varietà di domini che ne potrebbero trarre beneficio.

## Riferimenti bibliografici

1. Aguiar, L., & Brady, S. (1991). Vocabulary acquisition and reading ability. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 3, 413–425
2. Aljahlan, Y., & Spaulding, T. J. (2021). Attentional shifting in children with developmental language disorder: A meta-analysis. *Journal of Communication Disorders*, 91, 106105.
3. Amory, A., Naicker, K., Vincent, J., & Adams, C. (1999). The use of computer games as an educational tool: Identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311-321.
4. Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Darling, E. F., & Mitroff, S. R. (2013). Action video game playing is associated with improved visual sensitivity, but not alterations in visual sensory memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 75, 1161-1167.
5. Aston-Jones, G., & Cohen, J. D. (2005). An integrative theory of locus coeruleus-norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. *Annu. Rev. Neurosci.*, 28, 403-450.
6. Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2015). *Memory*. Psychology Press, 95-123
7. Bao, S., Chan, V. T., & Merzenich, M. M. (2001). Cortical Remodeling Induced by Activity of Ventral Tegmental Dopamine Neurons. *Nature*, 412, 79–83.
8. Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65.
9. Bateson, P. P. G. (1981). Discontinuities in development and changes in the organization of play in cats. *Behavioral Development*, 281-295.
10. Bavelier, D., & Green, C. S. (2019). Enhancing attentional control: Lessons from action video games. *Neuron*, 104(1), 147–163.
11. Bavelier, D., Green, C. S., Han, D., et al. (2011). Brains on video games. *Nature Reviews Neuroscience*, 12, 763–768.
12. Bejjanki, V. R., Zhang, R., Li, R., Pouget, A., Green, C. S., Lu, Z. L., & Bavelier, D. (2014). Action video game play facilitates the development of better perceptual templates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(47), 16961-16966.
13. Bekoff, M. (2001). Social play behaviour. Cooperation, fairness, trust, and the evolution of morality. *Journal of Consciousness Studies*, 8(2), 81-90.
14. Bekoff, M., & Pierce, J. (2009). *Wild justice: The moral lives of animals*. University of Chicago Press.
15. Berwid, O. G., Curko Kera, E. A., Marks, D. J., Santra, A., Bender, H. A., & Halperin, J. M. (2005). Sustained attention and response inhibition in young children at risk for Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(11), 1219-1229.
16. Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104(2), 198-230.
17. Bosse, M. & Valdois, S., 2009. Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading* 32, 230–253.
18. Bowman, R. F. (1982). A "Pac-Man" theory of motivation: Tactical implications for classroom instruction. *Educational Technology*, 22(9), 14-17.
19. Bracey, G.W. (1992). The bright future of integrated learning systems. *Educational Technology*, 32(9), 60-62.

20. Bradley, L., & Bryant, N. R. (1978). Difficulties in auditory organisation as a possible cause of reading backwardness. *Nature*, 271, 746–747.
21. Brannan, J. R., & Williams, M. C. (1987). Allocation of visual attention in good and poor readers. *Perception & psychophysics*, 41, 23-28.
22. Broadbent D. E. (1958). *Perception and Communication* London: Pergamon.
23. Brodbeck, M. I., & Dupuis, P. (2020). The Short-Term Effects of Action and Non Action Videogame Play on Attention. *Intersect: The Stanford Journal of Science, Technology, and Society*, 14(1).
24. Brownlee, A. (1954). Play in domestic cattle in Britain: An analysis of its nature. *British Veterinary Journal*, 110(2), 48-68.
25. Burghardt, G. M. (2005). *The Genesis of Animal Play: Testing the Limits*. MIT Press.
26. Burghardt, G. M. (2010). Defining and recognizing play
27. Byers, J. A. (1998). Biological effects of locomotor play: Getting into shape, or something more specific?
28. Cardoso-Leite, P., & Bavelier, D. (2014). Video game play, attention, and learning: How to shape the development of attention and influence learning? *Current Opinion in Neurology*, 27(2), 185-191.
29. Casco, C., Tressoldi, P. E., & Dellantonio, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex*, 34(4), 531-546.
30. Chiappe, D., Conger, M., Liao, J., Caldwell, J. L., & Vu, K. L. (2013). Improving Multi-Tasking Ability through Action Videogames. *Applied Ergonomics*, 44, 278-284.
31. Ciria, L. F., Perakakis, P., Luque-Casado, A., Morato, C., & Sanabria, D. (2017). The relationship between sustained attention and aerobic fitness in a group of young adults. *PeerJ*, 5, e3831.
32. Colzato, L. S., van den Wildenberg, W. P. M., & Hommel, B. (2014). Cognitive Control and the COMT Val (158) Met Polymorphism: Genetic Modulation of Videogame Training and Transfer to Task-Switching Efficiency. *Psychological Research*, 78, 670-678.
33. Commodari, E., Digrandi, F., Di Stefano, A., & Giuffrida, M. 2015. Valutazione delle funzioni attentive tramite supporto computerizzato in lettori principianti. *Le scienze cognitive a confronto*, 116.
34. Commodari, E., & Guarnera, M. (2005). Attention and reading skills. *Perceptual and Motor Skills*, 100(2), 375-386.
35. Conners, C. K. (2000). *Conners' continuous performance test*. North Tonawanda NY: Multi-health systems.
36. Dapporto, L., Turillazzi, S., & Palagi, E. (2006). Dominance interactions in young adult paper wasp (*Polistes dominulus*) foundresses: A play-like behavior? *Journal of Comparative Psychology*, 120(4), 394-400.
37. Dale, G., Joessel, A., Bavelier, D., & Green, C. S. (2020). A new look at the cognitive neuroscience of video game play. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 192–203.
38. De Lisi, R., & Cammarano, D. M. (1996). Computer experience and gender differences in undergraduate mental rotation performance. *Computers in Human Behavior*, 12(3), 351-361.
39. Denis, G., & Jouvelot, P. (2005). Motivation-driven educational game design: Applying best practices to music education. Paper presented at the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, Valencia, Spain.

40. Deutsch, J. A., & Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological review*, 70(1), 80.
41. Dickey, M. D. (2005). Three-dimensional virtual worlds and distance learning: Two case studies of Active Worlds as a medium for distance education. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 439-451.
42. Dickey, M. D. (2006). "Ninja Looting" for instructional design: The design challenges of creating a game-based learning environment. Paper presented at the ACM SIGGRAPH 2006 conference, Boston.
43. Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., ... & Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4–5 hours per night. *Sleep*, 20(4), 267-277.
44. Driskell, J. E., & Dwyer, D. J. (1984). Microcomputer video game-based training. *Educational Technology*, 24(2), 11-15.
45. Ebert, K. D., & Kohnert, K. (2011). Sustained attention in children with primary language impairment: A meta-analysis.
46. Eichenbaum, A., Bavelier, D., & Green, C. S. (2014). Video games: Play that can do serious good. *American Journal of Play*, 7(1), 50-72.
47. Esterman, M., & Rothlein, D. (2019). Models of sustained attention. *Current opinion in psychology*, 29, 174-180.
48. Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., & Mascetti, G. G. (2003a). The time course of attentional focusing in dyslexic and normally reading children. *Brain and Cognition*, 53(2), 181-184.
49. Facoetti, A., Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., Umilta, C., & Mascetti, G. G. (2003b). Auditory and visual automatic attention deficits in developmental dyslexia. *Cognitive brain research*, 16(2), 185-191.
50. Facoetti, A., & Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 39(4), 352-357.
51. Facoetti, A., Paganoni, P., & Lorusso, M. L. (2000). The spatial distribution of visual attention in developmental dyslexia. *Experimental Brain Research*, 132(4), 531-538.
52. Facoetti, A., Turatto, M., Lorusso, M. L., & Mascetti, G. G. (2001). Orienting of visual attention in dyslexia: evidence for asymmetric hemispheric control of attention. *Experimental Brain Research*, 138, 46-53.
53. Fagen, R. (1981). Animal play behavior. (No Title).
54. Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
55. Finneran, D. A., Francis, A. L., & Leonard, L. B. (2009). Sustained attention in children with specific language impairment (SLI).
56. Fisch, S. M. (2005). Making educational computer games "educational." Paper presented at the 2005 Conference on Interaction Design and Children, Boulder, CO.
57. 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.
58. Franceschini, S., Bertoni, S., Lulli, M., Pievani, T., & Facoetti, A. (2022). Short-term effects of video games on cognitive enhancement: The role of positive emotions. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1-18.

59. 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.
60. 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.
61. Frith, C. (1997). Brain, mind and behaviour in dyslexia. In C. Hulme & M. Snowling (Eds.), *Dyslexia: Biology, cognition and intervention* (pp. 1–19). London: Whurr Publishers
62. Fuermaier, A. B., Tucha, L., Guo, N., Mette, C., Müller, B. W., Scherbaum, N., & Tucha, O. (2022). It takes time: Vigilance and sustained attention assessment in adults with ADHD. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5216.
63. Gamble, J. R., & Cristol, D. A. (2002). Drop-catch behavior is play in herring gulls, *Larus argentatus*. *Animal Behavior*, 63(2), 339-345.
64. Gentile, D. A., Lynch, P. J., Linder, J. R., & Walsh, D. A. (2004). The effects of violent video game habits on adolescent hostility, aggressive behaviors, and school performance.
65. Gentile, D. A., Swing, E. L., Lim, C., & Khoo, A. (2012). Video Game Playing, Attention Problems, and Impulsiveness: Evidence of Bidirectional Causality. *Psychology of Popular Media Culture*, 1, 62-70.
66. Germanò, E., Gagliano, A., & Curatolo, P. (2010). Comorbidity of ADHD and dyslexia. *Developmental neuropsychology*, 35(5), 475-493.
67. Gomes, H., Molholm, S., Christodoulou, C., Ritter, W., & Cowan, N. (2000). The development of auditory attention in children. *Frontiers in Bioscience-Landmark*, 5(3), 108-120.
68. Gozli, D. G., Bavelier, D., & Pratt, J. (2014). The effect of action video game playing on sensorimotor learning: Evidence from a movement tracking task. *Human Movement Science*, 38, 152-162.
69. Graham, K. L., & Burghardt, G. M. (2010). Current perspectives on the biological study of play: Signs of progress. *The Quarterly Review of Biology*, 85(4), 393-414.
70. Grainger, J., Dufau, S., & Ziegler, J. C. (2016). A vision of reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(3), 171-179.
71. Granek, J. A., Gorbet, D. J., & Sergio, L. E. (2010). Extensive video game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. *Cortex*, 46(9), 1165-1177.
72. Green, C. S., Li, R., & Bavelier, D. (2010). Perceptual learning during action video game playing. *Topics in Cognitive Science*, 2(2), 202–216.
73. Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action video game training for cognitive enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 103-108.
74. Green, C. S., & Bavelier, D. (2012). Learning, Attentional Control, and Action Video Games. *Current Biology*, 22, R197-R206.
75. Green, C. S., & Bavelier, D. (2007). Action Video Game Experience Alters the Spatial Resolution of Attention. *Psychological Science*, 18, 88-94.
76. Green, C. S., Sugarman, M. A., Medford, K., Klobusicky, E., & Bavelier, D. (2012). The Effect of Action Video Game Experience on Task-Switching. *Computers in Human Behavior*, 28, 984-994.
77. Greenwood, C. R., Horton, B. T., & Utley, C. (2002). Academic Engagement: Current Perspectives on Research and Practice. *School Psychology Review*, 31, 328-349.
78. Griffiths, Y. M., & Snowling, M. (2002). Predictors of exception word and nonwordreading in dyslexic children: The severity hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 34–43

79. Groos, K. (1898). *The Play of Animals*. New York: D. Appleton.
80. Hall, G. S. (1904). *Adolescence: Its Psychology and its Relations to Physiology, Anthropology, Sociology, Sex, Crime, Religion, and Education*. New York: Appleton.
81. Hari, R., & Keisila, P. (1996). Deficit of temporal auditory processing in dyslexic adults. *Neuroscience Letters*, 205, 138–140.
82. Hari, R., & Renvall, H. (2001). Impaired processing of rapid stimulus sequences in dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 525–532.
83. Hari, R., Renvall, H., & Tanskanen (2001). Left minineglect in dyslexic adults. *Brain*, 124, 1373–1380.
84. Hari, R., Valta, M., Uutela, K. (1999) Prolonged attentional dwell time in dyslexic adults, *Neuroscience Letters*, Volume 271, 3, 202-204.
85. Harnishfeger, K. K., Bjorkland, D.F. (1993) The ontogeny of inhibition mechanisms: A renewed approach to cognitive development. *Emerging themes in cognitive development: Volume 1. Foundations*. New York: Springer-Verlag;. pp. 29–49.
86. Harnishfeger, K. K., Dempster, F. N., & Brainerd, C. J. (1995). Interference and inhibition in cognition. *The development of cognitive inhibition: theories, definitions, and research evidence*, 175-204.
87. Howieson, D. B., & Lezak, M. D. (2004). Separating memory from other cognitive disorders. *The Essential Handbook of Memory Disorders*, 179-193.
88. Hwang, S., Meffert, H., Parsley, I., Tyler, P. M., Erway, A. K., Botkin, M. L., ... & Blair, R. J. R. (2019). Segregating sustained attention from response inhibition in ADHD: An fMRI study. *NeuroImage: Clinical*, 21, 101677.
89. Karle, J. W., Watter, S., & Shedden, J. M. (2010). Task switching in video game players: Benefits of selective attention but not resistance to proactive interference. *Acta psychologica*, 134(1), 70-78.
90. Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental psychology*, 36(2), 220.
91. Koepp, M. J., Gunn, R. N., Lawrence, A., Cunningham, V. J., Dagher, A., Jones, T., ... & Grasby, P. M. (1998). Evidence for Striatal Dopamine Release during a Video Game. *Nature*, 393, 266-268.
92. Kozhevnikov, M., Li, Y., Wong, S., Obana, T., & Amihai, I. (2018). Do Enhanced States Exist? Boosting Cognitive Capacities through an Action Video Game. *Cognition*, 173, 93-105.
93. Kurzban, R., Duckworth, A., Kable, J. W., & Myers, J. (2013). An opportunity cost model of subjective effort and task performance. *Behavioral and brain sciences*, 36(6), 661-679.
94. Jennings, M. (2001). Best Practices in Corporate Training and the Role of Aesthetics: Interviews with Eight Experts. Paper presented at the 2001 ACM SIGCPR Conference on Computer Personnel Research, San Diego, CA.
95. Jewett, M. E., & Kronauer, R. E. (1999). Interactive mathematical models of subjective alertness and cognitive throughput in humans. *Journal of biological rhythms*, 14(6), 588-597.
96. Lavie, N., & Dalton, P. (2014). Load Theory of Attention and Cognitive Control. In *The Oxford Handbook of Attention* (pp. 56-75).
97. Lazzari, R., & Pancheri, P. (1980). STAI Questionario di autovalutazione dell'ansia di stato e di tratto. Giunti Organizzazioni Speciali.

98. Leclercq, M. (2002). Theoretical aspects of the main components and functions of attention. *Applied neuropsychology of attention: Theory, diagnosis and rehabilitation*, 3-55.
99. Lee, P. C. (1982). Play as a means for developing relationships. Primate social relationships.
100. Leonard, L. B. (1998). *Children with Specific Language Impairment*. MIT Press.
101. Li, R., Polat, U., Makous, W., & Bavelier, D. (2009). Enhancing the Contrast Sensitivity Function through Action Video Game Training. *Nature Neuroscience*, 12, 549-551.
102. Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological review*, 91(3), 295.
103. Loo, S. K., Hale, T. S., Macion, J., Hanada, G., McGough, J. J., McCracken, J. T., & Smalley, S. L. (2009). Cortical Activity Patterns in ADHD During Arousal, Activation, and Sustained Attention. *Neuropsychologia*, 47(10), 2114-2119
104. Lonergan, A., Doyle, C., Cassidy, C., MacSweeney Mahon, S., Roche, R. A., Boran, L., & Bramham, J. (2019). A meta-analysis of executive functioning in dyslexia with consideration of the impact of comorbid ADHD. *Journal of Cognitive Psychology*, 31(7), 725-749.
105. MacLeod, C. M. (2007). The concept of inhibition in cognition.
106. Manly, T., Anderson, V., Nimmo-Smith, I., Turner, A., Watson, P., & Robertson, I. H. (2001). The differential assessment of children's attention: The Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch), normative sample and ADHD performance. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42(8), 1065-1081.
107. Marendaz, C., Valdois, S., & Walch, J. P. (1996). Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale. *L'année psychologique*, 96(2), 193-224.
108. Mather, J. A., & Anderson, R. C. (1999). Exploration, play and habituation in octopuses (*Octopus dofleini*). *Journal of Comparative Psychology*, 113(3), 333.
109. Mirsky, A. F., Anthony, B. J., Duncan, C. C., Ahearn, M. B., & Kellam, S. G. (1991). Analysis of the Elements of Attention: A Neuropsychological Approach. *Neuropsychology Review*, 2, 109-145.
110. Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., & Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology: General*, 130(4), 621.
111. Moores, E., & Andrade, J. (2000). Ability of dyslexic and control teenagers to sustain attention and inhibit responses. *European Journal of cognitive psychology*, 12(4), 520-540.
112. Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2011). The role of inhibitory control in behavioral and physiological expressions of toddler executive function. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 593-606.
113. Morris, R. D., Stuebing, K. K., Fletcher, J. M., Shaywitz, S. E., Lyon, G. R., Shankweiler, D.P., Katz, L., Francis, D. J., & Shaywitz, B. A. (1998). Subtypes of reading disability: Variability around a phonological core. *Journal of Educational Psychology*, 90, 347-373.
114. Newman, J. (2012). *Videogames* (2nd Ed.). Routledge.
115. Nicolson, R. I., and Fawcett, A. J. (1990). Automaticity: A new framework for dyslexia research? *Cognition* 30:159-82.
116. Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (1994). Comparison of deficits in cognitive and motor skills among children with dyslexia. *Annals of dyslexia*, 44, 147-164.
117. Nijhof, S. L., Vinkers, C. H., van Geelen, S. M., Duijf, S. N., Achterberg, E. M., Van Der Net, J., et al. (2018). Healthy play, better coping: The importance of play for the development of children in health and disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 95, 421-429

118. Noterdaeme, M., Amorosa, H., Mildenerger, K., et al. (2001). Evaluation of Attention Problems in Children with Autism and Children with a Specific Language Disorder. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 10, 58-66.
119. Palagi, E., Cordoni, G., & Borgognini Tarli, S. M. (2004). Immediate and delayed benefits of play behaviour: new evidence from chimpanzees (Pan troglodytes). *Ethology*, 110(12), 949-962
120. Parasuraman, R., & Mouloua, M. (1987). Interaction of signal discriminability and task type in vigilance decrement. *Perception & Psychophysics*, 41, 17-22.
121. Pasqualotto, A., Altarelli, I., De Angeli, A., Menestrina, Z., Bavelier, D., & Venuti, P. (2022). Enhancing Reading Skills through a Video Game Mixing Action Mechanics and Cognitive Training. *Nature Human Behavior*, 6(4), 545-554.
122. Pellegrini, A. D. (2008). The recess debate: A disjuncture between educational policy and scientific research. *American Journal of Play*, 1(2), 181-191.
123. Pellegrini, A. D. (2009). *The Role of Play in Human Development*. Oxford University Press.
124. Pellis, S. M., & Pellis, V. C. (2009). *The playful brain: venturing to the limits of neuroscience*. Oxford.
125. Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, 35, 73-89.
126. Pine, R., Fleming, T., McCallum, S., & Sutcliffe, K. (2020). The Effects of Casual Videogames on Anxiety, Depression, Stress, and Low Mood: A Systematic Review. *Games for Health Journal*, 9(4), 255-264.
127. Posner, M. I. (2012). Attentional networks and consciousness. *Frontiers in psychology*, 3, 64.
128. Posner, M. I., & Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological review*, 78(5), 391.
129. Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
130. Przybylski, A. K., Rigby, C. S., & Ryan, R. M. (2010). A Motivational Model of Video Game Engagement. *Review of General Psychology*, 14, 154-166.
131. Reck, S. G., & Hund, A. M. (2011). Sustained attention and age predict inhibitory control during early childhood. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 504-512.
132. Robertson, I.H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B.T., & Yiend, J. (1997). 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35, 747-758.
133. Robinson, J. (2013). Edinburgh Handedness Inventory. In: Volkmar, F.R. (eds) *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3\\_877](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3_877)
134. Rosvold, H. E., Mirsky, A. F., Sarason, I., Bransome Jr, E. D., & Beck, L. H. (1956). A continuous performance test of brain damage. *Journal of consulting psychology*, 20(5), 343.
135. Samuels, E. R., & Szabadi, E. (2008). Functional neuroanatomy of the noradrenergic locus coeruleus: its roles in the regulation of arousal and autonomic function part I: principles of functional organisation. *Current neuropharmacology*, 6(3), 235-253.
136. Schmidt-Reinwald, A., Pruessner, J. C., Hellhammer, D. H., Federenko, I., Rohleder, N., Schürmeyer, T. H., & Kirschbaum, C. (1999). The cortisol response to awakening in relation to different challenge tests and a 12-hour cortisol rhythm. *Life sciences*, 64(18), 1653-1660
137. Schönpflug, W. (Ed.). (1992). *Kurt Lewin - Person, Werk, Umwelt. Historische Rekonstruktionen und Aktuelle Wertungen aus Anlaß seines 100. Geburtstag*. Frankfurt: Lang.

138. Shallice, T. (2002). Fractionation of the supervisory system. *Principles of frontal lobe function*, 616, 261-277.
139. Shaywitz, S., Shaywitz, B., Wietecha, L., Wigal, S., McBurnett, K., Williams, D., ... & Hooper, S. R. (2017). Effect of atomoxetine treatment on reading and phonological skills in children with dyslexia or attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid dyslexia in a randomized, placebo-controlled trial. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 27(1), 19-28.
140. Silva-Pereyra, J., Bernal, J., Rodríguez-Camacho, M., Yanez, G., Prieto-Corona, B., Luviano, L., ... & Rodríguez, H. (2010). Poor reading skills may involve a failure to focus attention. *Neuroreport*, 21(1), 34-38.
141. Skosnik, P. D., Chatterton Jr., R. T., Swisher, T., & Park, S. (2000). Modulation of Attentional Inhibition by Norepinephrine and Cortisol After Psychological Stress. *International Journal of Psychophysiology*, 36(1), 59-68.
142. Smith, J. H. (2001). 'The Forgotten Medium'. *Game Research*. Retrieved from
143. Smith, P. K., Smees, R., & Pellegrini, A. D. (2004). Play Fighting and Real Fighting: Using Video Playback Methodology with Young Children. *Aggressive Behavior*, 30(2), 164-173.
144. Snowling, M. (1981). Phonemic deficits in developmental dyslexia. *Psychological Research*, 43, 219-234
145. Snowling, M. (2000). *Dyslexia*. Oxford: Blackwell
146. Snowling, M., Staskhouse, J., & Rack, J. P. (1986). Phonological dyslexia and dysgraphia: A developmental analysis. *Cognitive Neuropsychology*, 3, 309-339.
147. Sohlberg, M. M., & Mateer, C. A. (1989). *Introduction to Cognitive Rehabilitation: Theory and Practice*. Guilford Press.
148. Spencer, H. (1872). *The Principles of Psychology* (2nd Ed., Vol. 2). New York: Appleton.
149. Sperling, A. J., Lu, Z.-L., Manis, F., Seidenberg, M., 2005. Deficits in perceptual noise exclusion in developmental dyslexia. *Nature Neuroscience* 8, 862-863.
150. Špinka, M., Newberry, R. C., & Bekoff, M. (2001). Mammalian play: training for the unexpected. *The Quarterly review of biology*, 76(2), 141-168.
151. Stevens, C., & Bavelier, D. (2012). The Role of Selective Attention on Academic Foundations: A Cognitive Neuroscience Perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2(1), S30-S48.
152. Strobach, T., Frensch, P. A., & Schubert, T. (2012). Video Game Practice Optimizes Executive Control Skills in Dual-Task and Task-Switching Situations. *Acta Psych*
153. Sussman, R. W., Garber, P. A., & Cheverud, J. M. (2005). Importance of cooperation and affiliation in the evolution of primate sociality. *American journal of physical anthropology*, 128(1), 84-97
154. Szalma, J. L., Daly, T. N., Teo, G. W. L., Hancock, G. M., & Hancock, P. A. (2018). Training for vigilance on the move: A video game-based paradigm for sustained attention. *Ergonomics*, 61(4), 482-505. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1397199>
155. Thomson, D. R., Besner, D., & Smilek, D. (2015). A resource-control account of sustained attention: Evidence from mind-wandering and vigilance paradigms. *Perspectives on psychological science*, 10(1), 82-96.
156. Treisman, A. M. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20(1), 12-16.
157. Trisolini, D. C., Petilli, M. A., & Daini, R. (2018). Is action video gaming related to sustained attention of adolescents? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(5), 1033-1039. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1310912>

158. Tucha, L., Fuermaier, A. B. M., Koerts, J., et al. (2017). Sustained attention in adult ADHD: Time-on-task effects of various measures of attention. *Journal of Neural Transmission*, 124(Suppl 1), 39–53.
159. Valdois, S., Bosse, M. L., & Tainturier, M. J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10(4), 339-363.
160. Varvara, P., Varuzza, C., Sorrentino, A. C., Vicari, S., & Menghini, D. (2014). Executive functions in developmental dyslexia. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 120.
161. 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, 2–40
162. Wang, B., Jiang, J., & Guo, W. (2023). Effects of a single bout of mobile action video game play on attentional networks. *PeerJ*, 11, e16409.
163. Waraich, A. (2004). Using narrative as a motivating device to teach binary arithmetic and logic gates. Paper presented at the 9th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Leeds, United Kingdom.
164. Wechsler, D. (2008). Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition Technical and Interpretive Manual. San Antonio, TX: Pearson
165. Wimmer, H., Mayringer, H., & Landerl, K. (1998). Poor reading: A deficit in skill-automatization or a phonological deficit? *Scientific Studies of Reading*, 2(4), 321–340.
166. Wright, L., Lipszyc, J., Dupuis, A., Thayapararajah, S. W., & Schachar, R. (2014). Response inhibition and psychopathology: a meta-analysis of go/no-go task performance. *Journal of abnormal psychology*, 123(2), 429.
167. Zimmermann, P., & Fimm, B. (2007). Test of attentional performance. Version 2.2, Part I (English Translation: Marcus Cheetham). Herzogenrath, Germany: Vera Fimm, Psychologische Testsysteme.
168. Zomeran, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford University Press, USA.