

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione**

**Dipartimento di Psicologia Generale**

**Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica dello Sviluppo**

Tesi di Laurea Magistrale

**L'effetto dello Yoga sulla flessibilità cognitiva  
in un contesto predittivo:  
una ricerca-intervento a scuola**

*Relatore*

Prof. Giovanni Mento

*Laureanda*

Annachiara Borghi

*Correlatrice*

Dott.ssa Lisa Toffoli

*Matricola*

2016886

Anno Accademico 2021 - 2022



# Sommario

<b>Prefazione .....</b>	<b>1</b>
<b>1. IL CONTROLLO COGNITIVO .....</b>	<b>2</b>
1.1 <i>Il costrutto di controllo cognitivo.....</i>	2
1.1.1 Modelli teorici di riferimento.....	2
1.1.2 Controllo inibitorio .....	3
1.1.3 Memoria di Lavoro .....	4
1.1.4 Flessibilità cognitiva.....	4
1.2 <i>Traiettorie evolutive del controllo cognitivo .....</i>	5
1.2.1 Lo studio del controllo cognitivo in età evolutiva.....	5
1.2.2 Lo sviluppo delle componenti del controllo cognitivo.....	6
1.3 <i>Il controllo cognitivo adattivo.....</i>	8
1.3.1 Modelli e misure del controllo cognitivo adattivo .....	8
1.3.2 Ipotesi dell'apprendimento associativo .....	11
1.3.4 Lo sviluppo del controllo cognitivo adattivo.....	12
<b>2. YOGA E CONTROLLO COGNITIVO .....</b>	<b>16</b>
2.1 <i>Implicazioni del controllo cognitivo nella vita quotidiana.....</i>	16
2.2 <i>Potenziare il controllo cognitivo .....</i>	17
2.3 <i>Pratiche di yoga e mindfulness.....</i>	19
2.4 <i>Una proposta di intervento di Yoga a scuola.....</i>	22
2.4.1 Regole e giochi di conoscenza.....	22
2.4.2 Esercizi di riscaldamento.....	23
2.4.3 Esercizi di respirazione, visualizzazione e animazione .....	24
2.4.4 Gli <i>Asana</i> .....	24
2.4.5 Rilassamento, meditazione e <i>mudra</i> .....	25
<b>3. LA RICERCA.....</b>	<b>26</b>
3.1 <i>Obiettivi.....</i>	26
3.2 <i>Metodo.....</i>	26

3.2.1 Partecipanti .....	26
3.2.2 Conformità etica .....	27
3.2.3 Procedura sperimentale .....	27
3.3 <i>Materiale</i> .....	29
3.3.1 I questionari.....	29
3.3.2 <i>Task switch</i> .....	30
3.4 <i>Ipotesi sperimentali</i> .....	33
3.5 <i>Analisi dei dati</i> .....	35
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>38</b>
4.1 <i>H1a: accuratezza e tempi di reazione</i> .....	38
4.2 <i>H1b e H1c: effetto del tipo di trial e del blocco</i> .....	39
4.3 <i>H2 e H3: Delta Effetto Misto Adattivo</i> .....	43
4.4 <i>H4a: risultati dei questionari compilati dai genitori</i> .....	46
4.5 <i>H4b: risultati dei questionari compilati dagli insegnanti</i> .....	48
<b>5. DISCUSSIONE .....</b>	<b>51</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>57</b>
<b>Appendice .....</b>	<b>63</b>
<b>Ringraziamenti .....</b>	<b>68</b>

# Prefazione

La presente tesi si inserisce in un più ampio progetto di ricerca che ha indagato l'effetto di un intervento Yoga e *Mindfulness* a scuola sul controllo cognitivo adattivo, ovvero sulla capacità di adattare i processi di controllo e il proprio comportamento alle richieste implicite del contesto sulla base di un apprendimento implicito delle sue regolarità. A tale scopo, un campione di 211 bambini è stato valutato in due fasi, rispettivamente precedente e successiva all'intervento, attraverso la somministrazione della batteria testistica PACC (*Padua Adaptive Cognitive Control*; Mento et al., in prep.). Nello specifico, in questo elaborato verranno esaminati e presentati i risultati ottenuti a un nuovo compito sperimentale di *Task Switch (TS)*, finalizzato a indagare la componente della flessibilità cognitiva e le modalità attraverso cui essa possa essere modulata dalle caratteristiche di predicibilità del contesto. Tale compito si caratterizza, infatti, per la presenza di manipolazioni sperimentali in grado di indurre l'interiorizzazione e l'aggiornamento di un modello predittivo interno che orienti la capacità di controllo cognitivo in maniera adattiva e flessibile.

# 1. IL CONTROLLO COGNITIVO

## 1.1 Il costrutto di controllo cognitivo

Con il termine “controllo cognitivo” si fa riferimento a un costrutto complesso, comprensivo di un insieme di processi finalizzati a perseguire un comportamento orientato dai propri obiettivi interni o dalle richieste ambientali qualora non fosse possibile o sufficiente fare affidamento su risposte automatiche, più rapide e cognitivamente meno dispendiose (Bugg & Crump, 2012; Diamond, 2013). Nel presente elaborato, il controllo cognitivo verrà assunto come concetto sovrapponibile a quello di controllo esecutivo (o funzioni esecutive, FE; Diamond, 2013). Nei prossimi paragrafi verrà presentata una panoramica dei principali modelli teorici, delle componenti e delle traiettorie evolutive del controllo cognitivo. Verrà in seguito approfondito il più recente costrutto di controllo cognitivo “adattivo” (Braem & Egner, 2018) che pone in rilievo la natura dinamica e flessibile di questi processi, in grado di adattarsi in modo automatico alle richieste dell’ambiente.

### 1.1.1 Modelli teorici di riferimento

In letteratura sono stati proposti vari modelli interpretativi del controllo cognitivo. Tali modelli sono classificabili come “unitari” o “multicomponenziali”: i primi considerano il controllo cognitivo come una funzione unitaria riconducibile a un sistema centrale supervisore (Baddeley, 1992; Norman & Shallice, 1986; Posner & Petersen, 1990), i secondi come una funzione frazionabile in diverse sottocomponenti (Diamond, 2013). Questa dicotomia viene superata dal modello integrativo di Miyake (Miyake et al., 2000; Miyake & Friedman, 2012) che descrive un aspetto sia di dissociazione che di parziale sovrapposizione tra le funzioni esecutive (FE). In particolare, i risultati dell’analisi fattoriale hanno rivelato la presenza di tre fattori principali tra loro correlati, ovvero l’*updating* in memoria di lavoro, lo *shifting* tra compiti e set mentali diversi, e l’*inibizione* di risposte predominanti. Ciascuna componente può quindi essere ricondotta sia ad aspetti comuni (Common EF) tra le tre che ad aspetti propri specifici (Miyake & Friedman, 2012).

A partire dai tre fattori individuati dal modello integrativo, Adele Diamond nella sua revisione (2013) descrive una strutturazione gerarchica del controllo cognitivo in cui

inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva costituiscono le componenti centrali alla base di funzioni considerate di alto livello, quali pianificazione, ragionamento e problem solving.

I modelli presentati differiscono quindi nella descrizione della struttura complessiva del controllo cognitivo, ma sono accomunati dall'assunzione che esso sia un processo centrale e dominio-generale deputato alla regolazione volontaria *top-down* dei meccanismi cognitivi di più basso livello nella guida del comportamento.

Di seguito verranno descritte più nel dettaglio le componenti individuate dal modello integrativo e approfondite da Diamond (2013).

### 1.1.2 Controllo inibitorio

Diamond (2013) definisce il controllo inibitorio come la capacità di perseguire un comportamento rivolto a uno scopo, ignorando interferenze interne ed esterne e sopprimendo risposte comportamentali prepotenti. A livello cognitivo, ciò si traduce nel controllo di pensieri e ricordi, mentre sul piano percettivo implica l'inibizione dell'interferenza provocata da distrattori ambientali (ad esempio, un suono improvviso o una notifica sul cellulare) attraverso la focalizzazione dell'attenzione endogena. Viene descritta poi una componente comportamentale di inibizione con riferimento ai concetti di disciplina e autocontrollo, abilità che consentono di resistere a impulsi, tentazioni e gratificazioni. Secondo l'autrice, l'interazione tra i livelli di inibizione cognitivo, percettivo e comportamentale determina il livello di autoregolazione; con questo termine, infatti, fa riferimento all'insieme complesso di processi inibitori che consentono di mantenere un livello adeguato di attivazione cognitiva ma anche emotiva e motivazionale (Diamond, 2013).

Tra i principali compiti sperimentali utilizzati per la valutazione dell'inibizione troviamo lo *Stroop task*, in cui si richiede al soggetto di inibire il significato semantico di una parola indicando il colore dell'inchiostro con cui la stessa è scritta, il quale può essere congruente o incongruente al significato semantico della parola stessa (Stroop, 1935). Nel *Go-NoGo task* invece viene chiesto di fornire una risposta (ad esempio, premere un tasto) alla comparsa di determinati stimoli e di sospenderla per altri, solitamente meno frequenti; similmente, nel *Flanker task*, si richiede di inibire solo alcuni stimoli definiti "distrattori", in quanto posti lateralmente allo stimolo centrale *target* al quale il soggetto deve prestare attenzione per fornire una risposta corretta. Infine,

l'*Antissacade task* richiede ai soggetti di inibire la saccade automatica elicitata da uno stimolo laterale improvviso e dirigere invece lo sguardo nella direzione opposta allo stimolo stesso (Friedman & Robbins, 2022).

### 1.1.3 Memoria di Lavoro

Un'altra componente del controllo cognitivo descritta da Miyake e colleghi e ripresa nel lavoro della Diamond (2013) è la memoria di lavoro (o *working memory*, WM), la quale consente non solo di tenere a mente ma anche di manipolare l'informazione in forma verbale o visuo-spaziale. Essa risulta essere una capacità cruciale nella vita quotidiana, in quanto consente lo svolgimento di attività complesse quali il riordinare, integrare e/o estrapolare informazioni e ragionare su di esse. Inoltre, attraverso il mantenimento attivo dell'obiettivo come guida alla selezione delle informazioni rilevanti, la memoria di lavoro risulta fondamentale per sostenere il controllo inibitorio (Diamond, 2013). Tra gli strumenti più utilizzati per la valutazione della memoria di lavoro, ricordiamo l'*N-back task*, che richiede al soggetto di indicare a ogni prova se lo stimolo presentato sia o meno uguale a quello comparso un certo numero ("N") di prove precedenti, e il *Backward digit span*, che richiede al soggetto di recitare nel verso contrario una stringa di cifre trattenuta in memoria (Friedman & Robbins, 2022).

### 1.1.4 Flessibilità cognitiva

La terza componente ripresa nel modello della Diamond è la flessibilità cognitiva, la quale è connessa alle due precedenti. Essa, infatti, definibile come la capacità di spostarsi agevolmente tra compiti, regole o prospettive diverse, adattandosi alle mutevoli richieste ambientali, dipende strettamente dalla capacità di inibire un *set* mentale precedentemente attivo, aggiornando la memoria di lavoro con un *set* mentale alternativo (Diamond, 2013). La flessibilità cognitiva è tipicamente valutata attraverso paradigmi di *task switching*, che richiedono di spostarsi flessibilmente fra due o più compiti o regole alternative. Esempio classico è il *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)*, che consiste nel riordinare delle carte sulla base di una fra tre dimensioni non esplicitate (ovvero, forma, numero, colore); mediante una serie di prove ed errori, il soggetto apprende la regola per riordinare le carte. Dopo un numero variabile di prove corrette, la regola di riferimento viene cambiata e il soggetto deve flessibilmente disimparare la regola appresa per apprenderne una nuova (Grant & Berg, 1948). Un

adattamento del WCST per l'età evolutiva è il *Dimensional Change Card Sort (DCCS) test*, in cui vengono presentati degli stimoli bivalenti da riordinare in accordo con la dimensione (ad esempio, forma o colore) indicata dal somministratore; successivamente, la dimensione viene invertita (Zelazo, 2006).

All'interno dei vari compiti la flessibilità cognitiva è misurata in termini di *switch cost*, ovvero il costo sulla prestazione in termini di accuratezza e tempi di risposta nelle prove in cui la regola cambia (condizione di *switch*) rispetto a quelle in cui si ripete (condizione di *non-switch*). Nello specifico, la necessità di reclutare processi di inibizione e riconfigurazione del *set* mentale nella condizione di *switch* comporta un rallentamento dei tempi di risposta e una riduzione dell'accuratezza (Monsell, 2003). Quest'ultima si osserva più frequentemente nei bambini rispetto agli adulti (Peng et al., 2018) e si traduce in un maggior numero di errori di perseverazione, in cui l'individuo continua a rispondere in accordo con la regola precedente fallendo nell'aggiornamento del *set* mentale in memoria di lavoro. All'aumentare del livello di flessibilità cognitiva individuale, quindi, diminuisce il costo complessivo sulla prestazione della condizione di *switch*.

## 1.2 Traiettorie evolutive del controllo cognitivo

### 1.2.1 Lo studio del controllo cognitivo in età evolutiva

L'interesse per lo studio del controllo cognitivo in età evolutiva si è radicato soltanto negli ultimi due decenni, in seguito a studi di neuroimmagine che hanno dimostrato che la corteccia prefrontale, ampiamente coinvolta nei processi esecutivi, risulta già attiva anche se immatura nel primo anno di vita (Diamond, 2002). Quest'ambito di ricerca ha posto da subito diverse sfide, legate alla necessità di adattare alle specificità evolutive strumenti, paradigmi sperimentali e modelli teorici costruiti per l'adulto (Garon et al., 2008). Sono stati quindi proposti vari modelli per la concettualizzazione del controllo cognitivo precoce che, similmente a quelli più generali precedentemente presentati, possono essere classificati come modelli unitari (Munakata, 2001; Zelazo & Müller, 2002) e multicomponenziali (Diamond, 2006). Talvolta è stato assunto come riferimento anche il modello integrativo di Miyake (2000), considerando l'esistenza di componenti cognitive parzialmente distinte e di un processo comune alla guida del loro sviluppo, che si è ipotizzato coincidere con i processi di attenzione selettiva. È tuttavia

necessario sottolineare che il modello nasce dallo studio del controllo cognitivo in età adulta, e non può dunque essere trasposto direttamente all'età evolutiva. A tal proposito, la revisione di Best e Miller (2010) mette in luce come, a fronte di traiettorie evolutive distinte per le tre componenti nucleari del controllo cognitivo, il grado di dissociabilità tra le stesse varia in funzione dell'età. Wiebe et al. (2011) descrivono il controllo cognitivo nei primi 3 anni di vita come un processo unitario e indifferenziato; infatti, lo studio condotto dagli autori ha evidenziato l'esistenza di un unico fattore latente a quest'età, riconducibile all'inibizione. Durante il periodo prescolare, tra i 3 e i 5 anni, iniziano a emergere le prime forme di differenziazione in due fattori latenti, che coinciderebbero con l'inibizione e la memoria di lavoro (Miller et al., 2012). Tale struttura bifattoriale diventa più evidente tra i 5 e i 6 anni d'età, in concomitanza con la transizione alla scuola primaria (Lee et al., 2013), suggerendo che questo sia un periodo sensibile per lo sviluppo e la promozione del controllo cognitivo. Solo a partire dagli 11 anni si inizia a delineare una struttura a tre fattori del controllo cognitivo simile a quella degli adulti, che continua a consolidarsi fino all'età di 15 anni (Lee et al., 2013). Lo sviluppo prolungato del controllo cognitivo verso la strutturazione tipica dell'età adulta si traduce in un'ampia finestra temporale lungo cui poter intervenire per sostenere le condizioni di vulnerabilità.

### 1.2.2 Lo sviluppo delle componenti del controllo cognitivo

La prima componente a emergere, seppure in forma rudimentale, è l'abilità di inibizione. Essa può essere valutata già in età precoce attraverso l'uso di compiti semplici e complessi, che si distinguono per il carico richiesto in memoria di lavoro. I compiti semplici non richiedono il mantenimento ed elaborazione di informazioni in memoria e valutano la capacità di sopprimere una risposta dominante in quanto automatica (ad esempio, l'*Antissacade task*) oppure implicano la dilazione di una gratificazione immediata e richiedono quindi il coinvolgimento di funzioni esecutive "calde" nella gestione delle componenti motivazionali ed emotive implicate. La rassegna di Garon et al. (2008) documenta un primo sviluppo di capacità basiche di inibire risposte prepotenti già nel corso del primo anno di vita, le quali migliorano poi gradualmente fino ai 5 anni, in termini di accuratezza e di durata dell'intervallo temporale lungo cui è possibile mantenere l'inibizione. A differenza dei compiti semplici, quelli complessi prevedono un maggiore coinvolgimento della memoria di

lavoro in quanto si basano sull'abilità di mantenere in memoria una regola arbitraria e usarla per controllare il comportamento al fine di inibire una risposta dominante (ad esempio, compiti analoghi allo *Stroop task*). Prima dei 4 anni, la maggior parte dei bambini non è in grado di portare a termine adeguatamente questi compiti; infatti, proprio tra i 3 e 5 anni vi è un rapido sviluppo nell'abilità di regolare il comportamento sulla base di una regola astratta (Garon et al., 2008), sebbene tale sviluppo prosegua tra i 5 e gli 8 anni (Romine & Reynolds, 2005) e, sempre più lentamente, fino all'adolescenza (Best & Miller, 2010).

A livello mnestico, la basilare capacità di tenere a mente semplici rappresentazioni è evidente già nei primi 6 mesi di vita, ma la più complessa abilità di memoria di lavoro, che comprende l'aggiornamento e la manipolazione delle informazioni, si inizia a osservare soltanto a partire dai 15 mesi e continua a svilupparsi lungo tutto il periodo prescolare (Garon et al., 2008).

Mentre l'inibizione e la memoria di lavoro si sviluppano più precocemente, la capacità di *shifting*, ovvero di spostamento flessibile tra *set* mentali in competizione tra loro, risulta essere più complessa ed emerge grazie all'interazione delle precedenti.

Bambini di 3-4 anni manifestano difficoltà consistenti in compiti di *task switching*, specialmente in termini di accuratezza (Peng et al., 2018). L'abilità di *shifting* va incontro a netti miglioramenti durante il periodo prescolare, nonostante errori di perseverazione siano ancora riscontrabili in bambini di 5 anni (Garon et al., 2008). Si osservano infatti ulteriori progressi nell'accuratezza in compiti di *task switching* durante il periodo scolastico. A tal proposito, lo studio condotto da Dobbins e Jolles (2006) su un campione di bambini di età compresa fra i 4 e i 13 anni circa, ha evidenziato una graduale diminuzione dello *switch cost* in termini di accuratezza fino agli 8 anni e mezzo; a partire da questa età, il costo cognitivo della condizione di *switch* rispetto alla condizione *non-switch* si mostra stabile. Lo sviluppo della flessibilità cognitiva prosegue poi nel corso dell'adolescenza, consentendo di portare a termine correttamente compiti sempre più complessi (Best & Miller, 2010).

L'aspetto evolutivo del controllo cognitivo è stato indagato anche da Miyake e Friedman (2012), i quali ne hanno osservato un elevato grado di stabilità in un periodo di vita contrassegnato da importanti cambiamenti (17-23 anni), come dimostrato da sostanziali correlazioni nelle misure ottenute a distanza di 6 anni dalla prima valutazione e dalla possibilità di prevedere differenze individuali di controllo cognitivo sulla base di più precoci misure di autocontrollo. Focalizzandosi poi sul contributo

genetico, essi sostengono l'esistenza di una sostanziale ereditabilità delle diverse componenti del controllo cognitivo, sottolineandone tuttavia la permeabilità all'ambiente, in linea con un approccio neuro-costruttivista, ma senza una reale proposta dei meccanismi attraverso cui ciò possa verificarsi.

Gli studi sull'età evolutiva evidenziano complessivamente la possibilità di tracciare traiettorie di sviluppo delle singole componenti del controllo cognitivo già entro la fine del periodo prescolare (Garon et al., 2008). Restano tuttavia irrisolte importanti questioni legate al tema evolutivo, tra cui un'adeguata comprensione dei processi che guidano lo sviluppo e la strutturazione del controllo cognitivo. Ciò che emerge è infatti una concettualizzazione di tale capacità come un tratto individuale relativamente fisso, strutturale, ancorato a consistenti basi genetiche e deputato al controllo *top-down* sul comportamento, quindi sostanzialmente indipendente dalle caratteristiche dell'ambiente. Nei prossimi paragrafi verranno presentate nuove prospettive teoriche che, sulla base di recenti evidenze, attribuiscono invece all'ambiente un ruolo cruciale nel guidare e manipolare le capacità di controllo cognitivo.

## 1.3 Il controllo cognitivo adattivo

### 1.3.1 Modelli e misure del controllo cognitivo adattivo

Il controllo cognitivo è stato tradizionalmente concettualizzato come l'insieme di processi di supervisione del comportamento orientato a un obiettivo, che agiscono al fine di contrastare la messa in atto di risposte abituali, ben apprese e quindi automatiche. Queste ultime sono guidate da meccanismi di apprendimento associativo, responsabili della costruzione di rapide associazioni stimolo-risposta e considerati quindi diametralmente opposti ai processi di controllo *top-down* (Braem & Egner, 2018). Recenti prospettive hanno tuttavia avanzato l'ipotesi che il controllo cognitivo sia guidato da questi stessi meccanismi di apprendimento associativo, che lo renderebbero malleabile dalle caratteristiche *bottom-up* dell'ambiente (Abrahamse et al., 2016; Braem & Egner, 2018). Nello specifico, possono essere apprese associazioni tra gli stimoli ambientali e le loro caratteristiche di regolarità che innescano *bottom-up* il reclutamento di strategie di controllo efficienti e adeguate al contesto (Braem & Egner, 2018). Il controllo cognitivo avrebbe quindi una natura dinamica e variabile nel tempo (Braem et al., 2019), in grado di adattarsi

proattivamente a un ambiente in costante cambiamento ma in parte anche prevedibile (Chiu & Egnér, 2019).

Queste proprietà sono rese evidenti a livello sperimentale in classici compiti di controllo cognitivo, tramite manipolazioni che facilitano la costruzione di un modello predittivo interno. I compiti tipicamente usati per valutare il controllo cognitivo presentano situazioni di conflitto (ad esempio, lo *Stroop task*) che si traducono in un fenomeno noto come “effetto congruenza”: la prestazione individuale è più lenta e meno accurata nelle condizioni di conflitto, a causa della necessità di reclutare processi di filtraggio delle informazioni distraenti a favore di quelle rilevanti per la prova. L'effetto congruenza può essere modulato entro particolari condizioni sperimentali che manipolano le proporzioni di congruenza, ovvero la frequenza con cui si verificano situazioni di conflitto, e di conseguenza il livello di difficoltà del compito, creando un contesto predittivo (Braem et al., 2019). La costruzione di un modello di anticipazione della comparsa degli stimoli consente di ottimizzare il reclutamento di risorse cognitive, adattandolo alle richieste implicite del contesto (Braem et al., 2019). Di seguito verranno descritte le diverse manipolazioni delle proporzioni di congruenza a livello di lista, di contesto o di singolo item, con particolare riferimento allo *Stroop Task*:

1. *List-wide proportion congruency effect (LWPCE)*: in questo caso viene manipolata implicitamente la proporzione fra prove congruenti e incongruenti a livello di lista. Ad esempio, all'interno di un blocco il 75% delle parole è associato a colori incongruenti e il 25% a colori congruenti, mentre in un altro blocco tale rapporto è invertito. L'esito atteso è un effetto di congruenza minore nelle liste con prove prevalentemente incongruenti anziché congruenti (Bugg & Crump, 2012). Infatti, l'apprendimento implicito della maggiore probabilità di riscontrare prove incongruenti, e quindi più impegnative, predispone al reclutamento precoce di maggiori risorse cognitive, esitando quindi in una facilitazione nello svolgimento di compiti complessi (come le prove incongruenti).
2. *Context-specific proportion congruency effect (CSPCE)*: viene in questo caso alterata la proporzione fra prove congruenti e incongruenti in relazione a caratteristiche contestuali irrilevanti per il compito, tra cui la localizzazione dello stimolo nello schermo. Ad esempio, parole che compaiono sopra la croce di fissazione si associano nel 75% dei casi a colori incongruenti e nel 25% a colori congruenti, e viceversa sotto di essa. Il risultato atteso è una riduzione dell'effetto

di congruenza in contesti associati a prove prevalentemente incongruenti, in questo caso la parte superiore dello schermo (Bugg & Crump, 2012).

3. *Item-specific proportion congruency effect (ISPCE)*: le manipolazioni riguardano qui il livello dei singoli item, che vengono associati a proporzioni diverse di prove congruenti e incongruenti. Ad esempio, i colori “rosso” e “bianco” compaiono associati prevalentemente a prove incongruenti, mentre “nero” e “verde” prevalentemente congruenti. Anche in questo caso, sono attesi effetti di congruenza significativamente minori per item associati perlopiù a prove incongruenti (Bugg & Crump, 2012).

A questi effetti considerati indici di controllo cognitivo adattivo se ne affianca poi un quarto, il *congruency sequence effect (CSE)*, che consiste in un minore effetto di congruenza in seguito a una prova incongruente rispetto a una congruente. Esso rifletterebbe un adattamento reattivo al recente conflitto esperito (Braem et al., 2019). Diversi studi hanno dimostrato l'esistenza di tali effetti anche in compiti di *task switching*. Lo studio di Crump e Logan (2010) ad esempio, ha evidenziato l'esistenza di un effetto CSPC per compiti di flessibilità cognitiva, osservando un minore *switch cost* in corrispondenza di stimoli che comparivano nella porzione di schermo associata a una maggiore probabilità di *switching*. Chiu e Egner (2017) hanno poi rilevato una riduzione dello *switch cost* per item presentati più frequentemente in una condizione di *switch*. In particolare, lo studio ha impiegato tre *task set* distinti al fine di ostacolare la costruzione di associazioni stimolo-risposta, ovvero tra specifici item e specifici *task set*. Ciò ha consentito di affermare che i singoli stimoli si associavano a una più generale prontezza allo *switching*, ovvero si stabiliva un'associazione stimolo-controllo. Risultati analoghi sono stati ottenuti nello studio di Siqi-Liu e Egner (2020), che ha implementato una procedura simile ma con manipolazioni della proporzione di congruenza a livello di lista.

I fenomeni presentati sono stati dapprima interpretati alla luce del modello del monitoraggio del conflitto (si veda Botvinick et al., 2001, revisionato in Bugg & Crump, 2012), che richiama una visione del controllo cognitivo come un processo centrale di controllo *top-down*. Diversi studi hanno poi messo in discussione tale ipotesi dimostrando che i vari effetti potevano essere compresi riconducendoli a più basilari processi di apprendimento (per una rassegna, si veda Schmidt, 2019). Di seguito verrà approfondita la proposta dell'apprendimento associativo, che conduce a una riconcettualizzazione del controllo cognitivo: introduce infatti la possibilità che esso sia

guidato dagli stessi meccanismi di apprendimento finora considerati la sua naturale controparte.

### 1.3.2 Ipotesi dell'apprendimento associativo

La tradizionale dicotomia fra processi di apprendimento e di controllo nella guida del comportamento è stata messa in discussione negli ultimi anni dall'osservazione che il grado di controllo richiesto da un compito può essere anticipato dall'individuo sulla base delle regolarità statistiche caratterizzanti il contesto del compito stesso (Chiu & Egner, 2019). I processi di controllo cognitivo sarebbero quindi guidati da meccanismi di apprendimento associativo e *statistical learning*. Secondo la proposta avanzata da Abrahamse e collaboratori (2016), durante l'esecuzione di un *task* risultano coattivate rappresentazioni percettive e motorie (ovvero dello stimolo e della risposta associata), ma anche quelle più astratte degli obiettivi; questi diversi livelli rappresentazionali del compito vengono codificati all'interno di una stessa rete associativa. Di conseguenza, non è soltanto l'obiettivo a guidare *top-down* l'elaborazione dello stimolo, ma è anche l'obiettivo stesso a poter essere attivato *bottom-up* dalla detezione dello stimolo associato. Ne consegue quindi la possibilità di adattare il reclutamento di risorse di controllo cognitivo alle caratteristiche e alle richieste del contesto. A sostegno di tale ipotesi, è stato dimostrato che i processi di controllo cognitivo condividono proprietà caratteristiche dell'apprendimento, come la specificità di contesto, la possibilità di operare in assenza di consapevolezza e la sensibilità alla ricompensa (Abrahamse et al., 2016). Gli autori hanno indagato questi aspetti focalizzandosi sulle funzioni dell'adattamento al conflitto, *task-switching*, inibizione della risposta e controllo attentivo, dimostrando complessivamente che:

1. Il controllo cognitivo, classicamente ricondotto a modalità coscienti di elaborazione, può operare anche in assenza di consapevolezza. In seguito allo stabilirsi di un'associazione, la rappresentazione dell'obiettivo può essere innescata dalla presentazione anche subliminale dello stimolo corrispondente. Allo stesso modo, si è osservato come gli effetti della proporzione di congruenza si sviluppano a prescindere dalla consapevolezza della manipolazione da parte del soggetto;
2. L'associazione tra rappresentazioni percettive e degli obiettivi può essere rinforzata dall'introduzione di ricompense, osservazione che sostiene l'implicazione di aspetti motivazionali nel controllo cognitivo. Con riferimento alla flessibilità cognitiva, lo

studio di Braem (2017) ha dimostrato che essa può essere condizionata dal rinforzo. Nello specifico, si osserva una maggiore frequenza di comportamenti di *switching* qualora questi siano stati precedentemente ricompensati più spesso rispetto ai comportamenti di *non-switching*, anche se i soggetti non sono consapevoli del bias nell'allocazione del rinforzo.

3. Il grado di controllo cognitivo è specifico dell'associazione che si sviluppa, poiché le rappresentazioni degli obiettivi vengono innescate dai precisi *cue* contestuali con cui sono stati sistematicamente associati.

Quest'ultimo aspetto di specificità del contesto del controllo cognitivo sembra tuttavia in contrasto con le evidenze sulla generalizzabilità dello stesso. Chiu ed Egner (2019) sottolineano infatti nella loro revisione come i benefici sulla prestazione ottenuti dalle varie manipolazioni della PC si estendano a nuovi item di trasferimento privi di *bias* di frequenza. Ciò suggerisce un apprendimento di associazioni tra specifici contesti e il più generale grado di controllo richiesto tale per cui *cue* esterni innescano *bottom-up* un appropriato setting di controllo *top-down* in modo svincolato dalla specificità del compito, dello stimolo o dell'azione coinvolti.

Abrahamse e collaboratori (2019) hanno proposto un'integrazione di questa apparente incongruenza all'interno del modello dell'apprendimento associativo che, nonostante la sua specificità di contesto, consente generalizzazioni del controllo:

1. a nuovi item, in funzione del grado di sovrapposizione con le rappresentazioni degli item originari;
2. a nuovi task sets, nei casi in cui possiedano caratteristiche sovrapponibili o sia possibile mantenerli contemporaneamente attivi in memoria di lavoro, ovvero qualora siano simili o, all'opposto, diversi a sufficienza da non interferire eccessivamente tra loro.

Si può concludere quindi come la prospettiva dell'apprendimento associativo consenta un'integrazione e semplificazione dell'eterogeneità delle concettualizzazioni e dei risultati finora sviluppati sul controllo cognitivo, cogliendo la caratteristica di plasticità e adattabilità a un ambiente in costante cambiamento.

#### 1.3.4 Lo sviluppo del controllo cognitivo adattivo

Le interazioni con l'ambiente richiedono al bambino di adattare flessibilmente il livello di controllo cognitivo alle continue modifiche delle circostanze esterne. Lo sviluppo di

questa capacità e quindi il superamento della perseverazione è attribuibile, secondo Chevalier (2015), a un aumento delle risorse di controllo specifiche delle diverse componenti (ad esempio, un aumento della capacità di memoria di lavoro), alla presenza di strategie più efficaci e allo sviluppo del metacontrollo.

A livello di strategie, un ruolo chiave è rivestito dal passaggio da una modalità di controllo reattiva a una capacità di esercitare il controllo cognitivo proattivamente. La distinzione tra queste due diverse modalità di controllo, reattiva e proattiva, è stata proposta da Braver (2012) all'interno del modello del *Dual mechanism control*. Secondo il modello, la modalità reattiva prevede che i meccanismi di controllo vengano reclutati in concomitanza alla rilevazione di un evento altamente interferente con l'obiettivo. In tal caso, le rappresentazioni degli obiettivi del compito vengono temporaneamente ri-attivate *bottom-up* soltanto quando necessarie, al fine di correggere il comportamento. Il controllo reattivo favorisce un minor dispendio cognitivo poiché le risorse vengono reclutate solo quando necessario restando altrimenti disponibili per altre attività, ma ha il limite di dipendere fortemente da specifici stimoli per innescare la riattivazione degli obiettivi. Il concetto di controllo proattivo fa riferimento invece al mantenimento sostenuto delle rappresentazioni delle informazioni rilevanti per il compito, al fine di sfruttarle nel guidare il comportamento orientato a uno scopo. Esso, dunque, consente di influenzare il sistema attentivo in senso anticipatorio rispetto all'implementazione dell'obiettivo, ottimizzando la preparazione della risposta e minimizzando l'impatto di eventuali fonti di interferenza. La modalità proattiva ha il vantaggio di consentire continui aggiustamenti dei comportamenti per adattarli ai cambiamenti interni ed esterni, attività che risulta tuttavia molto dispendiosa (Braver, 2012). Nella prima infanzia fino a circa 5 anni sarebbe prevalente se non esclusiva la modalità di controllo reattiva, meno richiestiva ma allo stesso tempo non ottimale all'adattamento a molte circostanze esterne. La capacità di esercitare il controllo cognitivo in modo proattivo inizia a emergere intorno ai 6 anni, per maturare poi gradualmente nel corso del periodo scolastico e adolescenziale (Chevalier et al., 2015). Già Munakata et al. (2012) aveva identificato nel passaggio da una modalità di controllo reattiva a una proattiva una delle transizioni evolutive fondamentali alla messa in atto di comportamenti flessibili e adattivi, e lo riconduceva a una più raffinata capacità di mantenere attive le rappresentazioni astratte degli obiettivi. Ne conseguirebbe quindi che il controllo prevalentemente reattivo in età prescolare sia

dovuto ai limiti nella capacità cognitiva di mantenimento attivo e prolungato di tali rappresentazioni rilevanti.

La spiegazione alternativa avanzata da Chevalier (2015) riguarda invece lo sviluppo del metacontrollo, ovvero della capacità di coordinare le strategie disponibili in modo più flessibile e ottimale sulla base di una valutazione dei relativi vantaggi e svantaggi, al fine di orientare la selezione della strategia più adatta a ciascuna situazione.

In quest'ottica i bambini in età prescolare potrebbero essere in grado di attuare proattivamente il controllo ma senza consapevolezza dei benefici associati a questa modalità più richiestiva; questa potrebbe essere quindi reclutata soltanto quando sussistono particolari condizioni che la incentivano. Prove a sostegno di questa interpretazione si riscontrano nello studio di Chevalier et al. (2015), basato sulla previsione per cui il controllo proattivo può essere incoraggiato già in bambini di 5 anni rendendo più difficoltoso il ricorso a strategie reattive. I ricercatori hanno somministrato a bambini di 5 e di 10 anni un compito di *cued task-switching* e, manipolando l'intervallo tra la comparsa del *cue* e dello stimolo *target*, hanno definito 3 diverse condizioni sperimentali, che differivano nella possibilità di esercitare le due modalità di controllo. Nella condizione *Proactive Impossible*, la preparazione anticipatoria veniva impedita dalla comparsa del *cue* in concomitanza con il *target*; la condizione *Proactive Possible* consentiva invece tale preparazione grazie alla presentazione precoce del *cue*, ma non la rendeva necessaria poiché esso permaneva dopo la comparsa del *target*. L'ultima manipolazione invece, definita *Proactive Encouraged*, aveva l'effetto di scoraggiare il ricorso al controllo reattivo poiché il *cue* era disponibile solamente prima della presentazione del *target*. Coerentemente con quanto atteso, sia i dati comportamentali (tempi di reazione) che quelli psicofisiologici (potenziali evento relati e dilatazione pupillare) hanno evidenziato un ricorso alla strategia di controllo proattivo da parte dei bambini di 10 anni in tutte le condizioni in cui era resa possibile, mentre a 5 anni solamente nella condizione *Proactive Encouraged*. Tale risultato testimonia che a questa età il reclutamento di strategie proattive può essere presente; tuttavia, richiede che questo tipo di controllo non sia soltanto possibile ma necessario. Ciò porta con sé importanti implicazioni cliniche ed educative, suggerendo la possibilità di intervenire a livello ambientale per orientare il bambino all'applicazione delle strategie più adattive (Chevalier et al., 2015).

Un altro studio che si è occupato del tema del metacontrollo nel passaggio a una modalità di controllo proattiva è quello condotto da Niebaum et al. (2021), che ha

coinvolto bambini di 5 e 10 anni e un gruppo di adulti in un compito di *Demand selection*. Ai partecipanti venivano presentati 2 mazzi di carte da riordinare in base a una dimensione delle immagini raffigurate (forma o colore), segnalata di volta in volta da un cue. Per uno dei due mazzi tale cue compariva sistematicamente prima della carta, consentendo quindi di reclutare proattivamente le risorse di controllo; nell'altro mazzo, invece, veniva presentato simultaneamente al target, e ciò consentiva di esercitare unicamente un controllo reattivo. I ricercatori hanno indagato l'esistenza di una relazione tra la consapevolezza delle differenze nelle richieste cognitive e nelle prestazioni fra i due compiti (valutata con un breve questionario successivo alla prova) e la scelta preferenziale di un mazzo alle diverse età. I risultati hanno evidenziato complessivamente una minore consapevolezza delle richieste di controllo associate ai due compiti nei bambini più piccoli e una diversa relazione tra tale consapevolezza e la scelta del compito in funzione delle età. In particolare, soltanto un sottogruppo di bambini di 5 anni riportava di aver colto delle differenze tra i mazzi, e ciò si traduceva in una scelta preferenziale del mazzo che elicitava un controllo reattivo; negli adulti, al contrario, la consapevolezza delle diverse richieste cognitive dei mazzi si associava alla selezione preferenziale del mazzo che consentiva una modalità di controllo proattiva. Questi risultati supportano i dati relativi alla predominanza del controllo reattivo in età prescolare e suggeriscono inoltre che "il metacontrollo adattivo potrebbe basarsi sulla consapevolezza metacognitiva delle richieste cognitive del compito" (Niebaum et al., 2021).

Le ricerche presentate sono accomunate dallo studio del controllo cognitivo adattivo in relazione a una consapevolezza esplicita delle richieste del compito; l'ipotesi dell'apprendimento associativo presentata, tuttavia, dà spazio alla possibilità che l'adattamento al contesto possa basarsi sull'apprendimento implicito di regolarità statistiche, e che quindi possa essere riscontrata ancora più precocemente nello sviluppo.

## 2. YOGA E CONTROLLO COGNITIVO

### 2.1 Implicazioni del controllo cognitivo nella vita quotidiana

Il vasto interesse scientifico che il controllo cognitivo suscita da anni nell'ambito della neuropsicologia testimonia il ruolo cruciale che esso riveste in molti domini della quotidianità, assumendo una funzione adattiva nella vita di ciascuno. La maggior parte delle situazioni concrete pone richieste cognitive intrise di vissuti emotivi e sociali, che possono essere gestite reclutando adeguati processi di autoregolazione (Diamond, 2013). Blair & Dennis (2010) affermano che l'autoregolazione consiste nel raggiungimento di un equilibrio tra il livello di attivazione emotiva dell'individuo e il grado di controllo cognitivo esercitato. Con riferimento alla distinzione proposta da Zelazo e Müller (2002), l'autoregolazione consisterebbe quindi nell'interscambio ottimale tra funzioni esecutive "fredde" e "calde". Le prime si riferiscono ai processi attivati durante l'elaborazione cognitiva di compiti astratti, svincolati da un contesto sociale o motivazionale (ad esempio, risolvere un problema matematico) e risultano emotivamente neutre; le seconde rimandano invece alle funzioni coinvolte in contesti caratterizzati da problemi a contenuto morale, sociale e ad alto coinvolgimento affettivo e motivazionale (ad esempio, prendere una decisione in una situazione stressante). Quest'ultime sono valutabili mediante paradigmi sperimentali che chiamano in causa aspetti legati alla motivazione, come il *Delayed gratification task*, in cui il soggetto può scegliere se rinunciare a una gratificazione immediata ma poco consistente per poterne ottenere una maggiore in un momento successivo, oppure ottenere la gratificazione nell'immediato (Mischel et al., 1989).

In questo contesto, risulta di particolare rilevanza lo studio di coorte condotto da Moffitt et al. (2011) su un campione di circa 1000 bambini seguiti longitudinalmente dalla nascita ai 32 anni. I risultati dello studio suggeriscono che le differenze individuali nella capacità di autocontrollo (o autoregolazione; Diamond 2013) in infanzia predicono importanti fattori socio-culturali in età adulta; in particolare, un maggiore autocontrollo è risultato correlato a un migliore stato di salute e livello socio-economico, mentre uno scarso autocontrollo correla, ad esempio, con un maggior rischio di incorrere in comportamenti delinquenti. Similmente, diversi studi riportati da Diamond (2013) hanno dimostrato come buone capacità di controllo cognitivo correlano con più alti livelli di salute mentale e fisica, con una maggior qualità di vita e soddisfazione

matrimoniale e con il successo in ambito lavorativo e accademico. In particolare, lo studio di Ruffini et al. (2021) ha dimostrato che i prerequisiti di accesso alla scuola primaria, intesi come predisposizione generale e comprensiva di aspetti sia cognitivi che comportamentali, possono essere predetti dalle capacità di inibizione e memoria di lavoro. Queste componenti del controllo cognitivo, che sono le prime a svilupparsi e che risultano quindi osservabili già in età prescolare (Garon et al., 2008), sono in relazione con i prerequisiti scolastici sia in modo diretto che indiretto, attraverso la mediazione dei comportamenti di autoregolazione.

Le evidenze relative al ruolo pervasivo delle capacità di controllo cognitivo nella vita quotidiana e al loro valore predittivo in termini di *outcome* evolutivi suggeriscono l'importanza di valutarle precocemente e promuoverne lo sviluppo. A tal riguardo, assumere la prospettiva del controllo cognitivo adattivo consente di delineare in modo più preciso il profilo di funzionamento individuale, valutando non soltanto il grado di sviluppo delle singole componenti ma anche la più generale capacità di apprendere le regolarità dell'ambiente e di prepararsi proattivamente a soddisfare le richieste implicite di controllo. A livello clinico, ciò si traduce nella possibilità di implementare interventi modellati sulle specificità neuro-endofenotipiche individuali, agendo non solo in modalità *top-down* sui processi esecutivi (ad esempio, metacognizione) ma anche con modalità *bottom-up* manipolando le caratteristiche del contesto; nello specifico, le capacità di controllo cognitivo possono essere sostenute e promosse da una strutturazione dell'ambiente che faciliti la costruzione di un modello predittivo interno efficiente. Entro il contesto scolastico, ad esempio, adibire un'aula allo svolgimento di attività di ascolto e comprensione consentirà al bambino di associare quell'ambiente a maggiori richieste di attenzione e controllo inibitorio, facilitando così il reclutamento proattivo di adeguate risorse di controllo cognitivo.

## 2.2 Potenziare il controllo cognitivo

Le capacità individuali di controllo cognitivo possono essere potenziate attraverso programmi mirati in età evolutiva. Ciò suggerisce la possibilità di agire precocemente, all'interno del periodo sensibile di sviluppo del controllo cognitivo, al fine di promuovere tali abilità e livellare le disparità sociali. Coerentemente con l'approccio neurocostruttivista, infatti, proporre interventi di potenziamento precoci consente di

intervenire su un sistema plastico, molto sensibile alle stimolazioni ambientali, sostenendo lo sviluppo di traiettorie evolutive positive (Karmiloff-Smith et al., 2014). A tal proposito, è stato dimostrato che a trarre maggiore giovamento da qualsiasi tipo di programma di intervento sono i bambini caratterizzati da livelli iniziali di funzionamento maggiormente deficitari (Diamond & Ling, 2016).

Tra gli interventi che hanno suscitato maggiore interesse scientifico rientrano i training computerizzati che propongono esercizi mirati a potenziare una specifica componente del controllo cognitivo. Questi interventi si sono dimostrati efficaci in particolare per la memoria di lavoro e l'abilità di ragionamento (per una rassegna completa, si veda Diamond, 2012), ma presentano il limite di non favorire la generalizzazione dei benefici ad abilità diverse; infatti, i miglioramenti ottenuti restano circoscritti alla componente allenata e a compiti che pongono richieste simili a quelle del training (Diamond & Lee, 2011). I programmi di intervento che consentono invece di ottenere benefici più trasversali prevedono l'allenamento di molteplici componenti del controllo cognitivo e una loro integrazione nel contesto di vita quotidiana. Ne sono esempio alcuni tipi di curricula scolastici (ad esempio, il metodo Montessori e il programma *Tools of the Mind*; per una rassegna completa, si veda Diamond & Lee, 2011) e programmi integrativi calati nel contesto di classe (ad esempio, i programmi *Promoting Alternative Thinking Strategies* e *Chicago School Readiness Program*; per una rassegna completa, si veda Diamond & Lee, 2011). Esistono poi interventi mirati a sostenere le capacità di controllo cognitivo attraverso la promozione del benessere fisico, tra cui allenamenti che propongono esercizi aerobici e di resistenza. È stato però dimostrato come i miglioramenti osservabili in seguito alla pratica di questi programmi non siano riconducibili alle componenti fisiologiche in sé, ma alla combinazione di queste con le richieste di controllo cognitivo poste dall'attività, in termini ad esempio di pianificazione e concentrazione (Diamond & Ling, 2016).

Indipendentemente dal tipo di intervento, sono state identificate alcune caratteristiche trasversali che si associano sistematicamente ad esiti più favorevoli. Tra queste rientrano la pratica ripetuta e il progressivo aumento delle richieste sull'abilità allenata, rispettando al contempo il ritmo di apprendimento individuale (Diamond & Lee, 2011). Ulteriore aspetto fondamentale risiede nel sostenere il controllo cognitivo anche indirettamente, supportando i fattori emotivi, motivazionali, sociali e psicofisici che concorrono a un funzionamento ottimale (Diamond, 2012; Diamond & Ling, 2016). È noto infatti come lo stress, il basso tono dell'umore, la carenza di legami sociali e la

compromissione dello stato di salute fisica abbiano un impatto negativo sulle capacità di controllo cognitivo (Diamond, 2013).

Tra gli interventi basati sull'integrazione di stimolazioni fisiche, emotive e cognitive, le pratiche di yoga e mindfulness sono state oggetto di un crescente interesse clinico e di ricerca nell'ambito del controllo cognitivo e dell'autoregolazione in età evolutiva.

## 2.3 Pratiche di yoga e *mindfulness*

Lo yoga può essere definito come una “pratica di meditazione in movimento” (Nanthakumar, 2018). La disciplina combina infatti l'esercizio fisico, declinato nell'assunzione di specifiche posizioni (*asana*), con l'esperienza di mindfulness, al fine di promuovere la salute fisica e psicologica dell'individuo (Aleksić Veljković et al., 2021). Il termine *mindfulness* fa riferimento allo stato di consapevolezza non giudicante dell'esperienza vissuta nel momento presente, raggiungibile tramite la focalizzazione sostenuta dell'attenzione su un elemento della realtà esterna o su una sensazione soggettiva (ad esempio, il proprio respiro). L'esercizio di *mindfulness* può essere svolto all'interno di pratiche meditative statiche oppure in movimento, come nel caso dello yoga, in cui risulta radicato negli aspetti propriocettivi e cinestetici dell'esperienza corporea (Mak et al., 2018). La pratica allena al monitoraggio intenzionale del proprio stato attentivo e al riconoscimento di possibili distrazioni, accettando i pensieri e le emozioni che sorgono spontaneamente per poi riorientare l'attenzione sul focus. Si assiste quindi al coinvolgimento dei processi di controllo cognitivo e di autoregolazione. A tal proposito, la rassegna condotta da Zelazo e Lyons (2012) suggerisce l'efficacia delle pratiche di *mindfulness* nel migliorare le abilità di autoregolazione di bambini e adolescenti. Gli autori sottolineano l'importanza di adattare questi programmi ai bisogni specifici dell'età evolutiva, strutturandoli in sessioni brevi, dinamiche, coinvolgenti, e sostenendo la pratica meditativa attraverso l'uso di oggetti e metafore concrete. Similmente, lo studio di Flook et al. (2010) ha indagato l'impatto di un programma di *mindfulness* sulle capacità di controllo cognitivo e comportamentale in bambini di età compresa tra i 7 e i 9 anni. L'intervento proposto si componeva di attività finalizzate a promuovere la consapevolezza:

1. di sé, attraverso un riconoscimento delle proprie sensazioni corporee ma anche dei propri pensieri ed emozioni
2. degli altri, riconosciuti nei loro stati mentali ed emotivi, e di sé in relazione agli altri

3. dell'ambiente, inteso come l'insieme di relazioni tra persone e oggetti nello spazio

Gli esiti dell'intervento, valutati tramite la somministrazione a genitori e insegnanti del questionario standardizzato *Behavior Rating Inventory of Executive Function* (BRIEF; Gioia et al., 2000), hanno evidenziato un incremento significativo nelle abilità di *shifting* e monitoraggio soltanto nei bambini che manifestavano capacità iniziali di controllo cognitivo e regolazione del comportamento inferiori alla media. I benefici da loro ottenuti risultavano generalizzati a contesti diversi da quello scolastico.

L'efficacia degli interventi di *mindfulness* è riconducibile ai processi su cui si incardina la pratica stessa, ovvero la consapevolezza e l'accettazione di vissuti emotivi e stati somatici anche spiacevoli e disturbanti. Allenare la capacità di coglierli e accoglierli favorisce una loro gestione adeguata e funzionale, attraverso il reclutamento dei meccanismi di autoregolazione (Teper et al., 2013).

Gli studi finora presentati, fanno riferimento a programmi di *mindfulness* che non prevedevano componenti motorie. In accordo con le conclusioni della rassegna di Diamond & Ling (2016), tuttavia, la combinazione prevista dallo yoga dell'esercizio fisico con le pratiche di *mindfulness* condurrebbe ad esiti più favorevoli rispetto a training mirati alle sole componenti fisiche o cognitive. Stueck e Gloeckner (2005) hanno valutato l'impatto di un programma di yoga a scuola sulle capacità di gestione dello stress, rivolgendosi a un gruppo di bambini di 11-12 anni che manifestavano livelli di ansia superiori alla media. I risultati hanno evidenziato l'efficacia dello yoga come metodo di rilassamento, in grado di fornire strategie utili e generalizzabili al di fuori del contesto scolastico. Similmente, la rassegna di Nanthakumar (2018) ha indagato la validità della somministrazione di interventi di yoga a bambini che presentavano livelli clinici di ansia e stress. Questo lavoro mette complessivamente in luce l'efficacia dello yoga nel fornire strategie di autoregolazione e contenere i livelli di stress, promuovendo di conseguenza il benessere psicofisico in questa popolazione.

Tale pratica è applicabile ed efficace anche in età prescolare. Lo studio di (Razza et al., 2015) ha messo in evidenza, infatti, come anche i bambini in età prescolare possano trarre beneficio da un percorso di yoga integrato nel programma di classe. Nello specifico, l'intervento proposto prevedeva esercizi quotidiani di respirazione, la pratica del *saluto al sole* (una sequenza di posizioni corporee ripetute ciclicamente) a inizio giornata e l'assunzione di alcuni semplici *asana* (posizioni corporee) durante le attività pomeridiane. Sono stati osservati miglioramenti significativi nelle capacità di

dilazionare il raggiungimento di una gratificazione e di controllo inibitorio sul piano comportamentale e attentivo.

Con riferimento più specifico all'efficacia dello yoga nel potenziare le componenti del controllo cognitivo, i risultati delle ricerche sono promettenti ma necessitano di ulteriori conferme. Una recente metanalisi ha fornito parziale supporto all'efficacia di interventi di *mindfulness* e consapevolezza corporea, tra cui alcuni programmi di yoga, sulle capacità di controllo cognitivo di bambini di età scolare e adolescenti. In particolare, soltanto 5 dei 13 studi considerati riportavano effetti significativi degli interventi a livello di abilità attentive, di monitoraggio del conflitto, inibizione e *task switching* (Mak et al., 2018). Similmente, lo studio di Aleksić Veljković et al. (2021) ha evidenziato miglioramenti nelle abilità grosso e fino-motorie in bambini di 5-6 anni in seguito a un training di 12 settimane di yoga, ma non ha identificato cambiamenti rilevanti nelle abilità cognitive di memoria, attenzione e pianificazione.

È necessario, tuttavia, sottolineare che il fallimento nel raggiungere gli esiti previsti in questi studi potrebbe essere ricondotto a diverse spiegazioni plausibili, tra cui l'eterogeneità degli interventi proposti e delle popolazioni coinvolte, oltre alle ristrette dimensioni dei campioni. Ulteriore elemento fondamentale da considerare riguarda la tipologia di strumenti impiegati per la valutazione del controllo cognitivo prima e dopo l'erogazione dell'intervento: strumenti quantitativi computerizzati e rivolti a componenti specifiche sono più sensibili rispetto ai test carta e matita e a strumenti di eterovalutazione come questionari compilati da genitori e/o insegnanti (Mak et al., 2018).

Complessivamente si può concludere che i programmi di yoga costituiscano un'interessante prospettiva di intervento per promuovere le capacità di controllo cognitivo e autoregolazione in età evolutiva. Si rendono tuttavia necessari ulteriori studi, che coinvolgano campioni di ricerca più ampi, interventi standardizzati e strumenti di valutazione quanto più precisi e sensibili (Mak et al., 2018). Il potenziale della disciplina risiede nella combinazione di stimolazioni sul piano fisico, cognitivo ed emotivo, che consente di ottenere benefici generalizzabili e superiori rispetto all'attività fisica o all'esercizio cognitivo in sé (Diamond & Ling, 2016). I training di yoga risultano inoltre coinvolgenti e accattivanti per i bambini, nonché agevolmente adattabili ai bisogni specifici delle diverse età (Zelazo & Lyons, 2012). Tali programmi possono essere facilmente inseriti nel contesto scolastico, rendendoli accessibili a un'ampia popolazione. Ne consegue la possibilità di intervenire precocemente per sostenere e

promuovere traiettorie evolutive positive, livellando le disparità nel controllo cognitivo e nei domini socio-culturali che esso predice (Diamond, 2012). Oltre a ciò, la prospettiva del controllo cognitivo adattivo estende il campo delle potenziali implicazioni dello yoga: gli effetti della pratica sul rilassamento e sull'abilità di mantenere e monitorare l'attenzione riducendo l'impatto delle fonti di interferenza, potrebbero infatti rendere il sistema cognitivo più recettivo alle caratteristiche anche implicite dell'ambiente, supportando quindi la costruzione di modelli predittivi della realtà. Tale ipotesi relativa al possibile effetto dello yoga sulle capacità di controllo cognitivo adattivo è stata oggetto di indagine della ricerca-intervento presentata in questa tesi.

## 2.4 Una proposta di intervento di Yoga a scuola

Lo studio presentato in questo elaborato ha previsto la somministrazione di un training di yoga a scuola a bambini di età compresa fra i 5 e i 7 anni. Il progetto, promosso dal Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università di Padova e dalla cooperativa *Progetto Insieme* di Noventa Padovana, ha coinvolto 4 sezioni dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia e 5 classi prime e 4 classi seconde della scuola primaria, afferenti all'Istituto Comprensivo "Giovanni Santini" di Noventa Padovana (PD). Il percorso di yoga è stato condotto da due professionisti adeguatamente formati e si è sviluppato in 8 incontri con cadenza settimanale, della durata di 45 minuti ciascuno. Nello specifico, per le classi della scuola primaria il training di yoga è stato proposto in sostituzione all'insegnamento di educazione fisica e si è svolto all'interno della palestra della scuola mentre la scuola dell'infanzia ha reso disponibile una stanza altrimenti adibita a biblioteca. La struttura complessiva degli incontri è rimasta relativamente stabile per tutto il percorso, e si è caratterizzata per il susseguirsi di diverse fasi che verranno presentate di seguito.

### 2.4.1 Regole e giochi di conoscenza

Sono state dapprima presentate ai bambini alcune semplici regole da rispettare durante gli incontri al fine di garantirne una buona riuscita: mantenere il silenzio, rispettare le indicazioni, le persone presenti e gli oggetti a disposizione, e avvicinarsi alle attività con un atteggiamento sereno e gioioso. Tali regole sono state

sistematicamente riprese all'inizio di ogni lezione, attraverso il supporto di materiale grafico.

Successivamente i bambini si disponevano in cerchio e venivano proposti loro alcuni giochi di conoscenza, che richiedevano di presentare sé stessi al gruppo pronunciando ad alta voce il proprio nome associato a un gesto. La scelta del gesto è stata talvolta sostituita, nel corso degli incontri, con la scelta di un *asana* appreso. Complessivamente, questo tipo di attività stimola le capacità espressive del bambino, che viene incoraggiato ad attingere al proprio bagaglio di esperienze per compiere poi una scelta autonoma. È stata talvolta proposta una variante di questa attività, che richiedeva al bambino di accompagnare il proprio nome con l'emozione provata in quel momento: sviluppare la capacità di dirigere l'attenzione alle proprie emozioni e assumerne consapevolezza, è prerequisito essenziale per una loro adeguata espressione.

#### 2.4.2 Esercizi di riscaldamento

La seconda fase della lezione, della durata di circa 10 minuti, prevedeva lo svolgimento di alcuni esercizi di riscaldamento. Al fine di rendere la pratica sicura e confortevole e di delimitare uno spazio individuale per le attività, è stato fornito un tappetino a ogni bambino. Gli esercizi sono stati proposti attraverso modalità giocose: il gioco è infatti lo strumento d'elezione attraverso cui il bambino riesce a esprimere e gestire i propri stati interni e con cui l'adulto può entrare in relazione positiva e autentica col bambino. Di seguito verranno presentate le attività di riscaldamento proposte più frequentemente:

- Scuotere in successione i vari segmenti corporei, a partire da un arto superiore seguito da quello controlaterale, per procedere poi con gli arti inferiori
- Disegnare l'*Arcobaleno Pasarita*, gioco di visualizzazione finalizzato al riscaldamento degli arti superiori: i bambini immaginavano di colorare i diversi strati dell'arcobaleno attraverso movimenti del braccio sempre più ampi.
- *La corsa del cane*: gioco che richiede di adattare il proprio passo al ritmo variabile di un brano musicale; l'attività è resa più accattivante accompagnandola a una storia relativa a un ipotetico inseguimento e rendendone il bambino protagonista attivo.

- *Guerriero Kibadaci*: eseguire dei saltelli a piedi uniti, poi compiere un salto accompagnato dall'urlo del guerriero.

### 2.4.3 Esercizi di respirazione, visualizzazione e animazione

A partire dal secondo incontro sono state introdotte alcune attività di mindfulness, della durata di circa 10 minuti, finalizzate a promuovere il respiro consapevole e la capacità di restare concentrati sul momento presente mantenendo uno stato di attenzione focalizzata. A tale scopo, risultano particolarmente utili in età evolutiva alcuni giochi di visualizzazione, di animazione e di respirazione. Un esempio di attività di visualizzazione proposta è il *Gioco del pittore*, in cui il bambino si immedesima nel ruolo di un pittore e finge di dipingere davanti a sé un quadro immaginario. Tra i giochi di animazione che stimolano le capacità di attenzione sostenuta e inibizione è stato proposto il *Gioco dello stop*, in cui il bambino balla liberamente al ritmo di musica per poi immobilizzarsi (oppure, in una variante, assumere la posizione di un *asana* presentato dall'insegnante) quando il brano viene fermato. Ulteriore esercizio sfruttato in questa fase consisteva nel portare entrambe le mani, incrociando le braccia, alle proprie scapole, in una sorta di auto abbraccio, e percepire così i movimenti del torace associati al respiro. Questo esercizio è funzionale allo sviluppo della consapevolezza corporea, infondendo allo stesso tempo una sensazione di calore nel bambino e comunicando l'importanza di volersi bene e prendersi cura di sé.

### 2.4.4 Gli Asana

Elemento centrale nella pratica di yoga è il movimento, attraverso cui è possibile raggiungere uno stato di consapevolezza di sé, dei propri stati interni e del proprio corpo in relazione allo spazio circostante. L'assunzione di specifiche posizioni, gli *asana*, stimola inoltre la capacità di sostenere l'attenzione focalizzata e il monitoraggio attento durante il mantenimento della posizione. Gli *asana* sono stati introdotti nel primo incontro attraverso una favola sulla nascita dello yoga, al termine della quale è stata insegnata la più semplice posizione del *fiore*.

In ciascuno degli incontri successivi sono stati dedicati 15 minuti al ripasso degli *asana* precedentemente appresi e all'introduzione di un numero variabile di nuove posizioni, a seconda del loro grado di difficoltà. Sono stati presentati complessivamente 13 *asana* (*fiore, montagna, orso, tartaruga, gatto, leone, coniglio, serpente, albero, guerriero,*

*rana, lumaca, aquila*), selezionati sulla base della loro relativa semplicità di esecuzione e dalla possibilità che offrono al bambino di immedesimarsi nelle figure presentate; queste, infatti, rimandano a elementi accattivanti e coinvolgenti per i bambini e che appartengono alla loro quotidianità.

Le posizioni apprese sono state messe in scena durante l'ultimo incontro all'interno della favola del *Viaggio nella foresta*: ciò ha consentito al bambino di ripercorrere e attribuire un significato all'intera esperienza, inserendola in una cornice simbolica, e infine averne una testimonianza tangibile.

#### 2.4.5 Rilassamento, meditazione e *mudra*

I 5 minuti conclusivi di ciascuna lezione sono stati dedicati alle pratiche di rilassamento e meditazione, supportate da alcune semplici attività. Un esempio ne è il rituale della *crema degli angeli*, in cui si invitano i bambini a massaggiare le varie parti del proprio corpo immaginando di spalmare una crema; nello specifico, questa attività mira al rilassamento promuovendo allo stesso tempo la sperimentazione tattile del proprio corpo.

La pratica meditativa è stata talvolta sostenuta dall'esecuzione di alcune *mudra*, che consistono in gesti delle dita e delle mani associati a uno specifico significato simbolico; questo può essere rievocato durante la pratica attraverso la recitazione di un *mantra* (ad esempio, mentre si esegue la *mudra* dell'elefante, l'insegnante pronuncia il *mantra* "sono forte e supero tutti i problemi").

Nel quinto incontro è stata proposta poi, a sostegno della meditazione, la favola dell'*Orso Balocco* che comunica l'importanza della collaborazione, del prestare attenzione alle piccole cose e di riconoscere e gestire adeguatamente le emozioni. Le favole sono infatti uno strumento potente di comunicazione col bambino, attraverso cui affrontare temi complessi e trasmettere importanti contenuti morali. Identificandosi con i vari personaggi, il bambino ha infatti l'opportunità di entrare in contatto con i propri vissuti, imparando a riconoscerli, esprimerli e gestirli in modo più funzionale.

Ogni lezione terminava con la posizione *shavasana*: i bambini si stendevano supini sul proprio tappetino e venivano incoraggiati a chiudere gli occhi e rilassarsi. La pratica veniva sostenuta da adeguati brani musicali e dalla voce dall'insegnante, che guidava alla percezione del peso del proprio corpo e alla consapevolezza del respiro.

## 3. LA RICERCA

### 3.1 Obiettivi

La presente tesi si inserisce in una ricerca più ampia che si è posta l'obiettivo di valutare l'effetto di un progetto di yoga a scuola sulle capacità di controllo cognitivo adattivo in un campione di bambini a sviluppo tipico. Coerentemente con le recenti evidenze scientifiche, infatti, gli interventi di yoga con componenti di *mindfulness* possono essere considerati programmi promettenti per il potenziamento delle capacità di controllo cognitivo, sensibili alle stimolazioni ambientali (Mak et al., 2018; Diamond & Ling, 2016). Ipotesi specifica di questa tesi è che un percorso di yoga integrato nel programma scolastico, favorisca non soltanto il controllo cognitivo in sé ma più nello specifico la capacità di adattare le risorse di controllo e, di conseguenza, il comportamento alle richieste ambientali. Stimolando una sintonizzazione e recettività verso le caratteristiche dell'ambiente, lo yoga potrebbe dunque supportare la capacità di apprendere le regolarità statistiche implicite nel contesto e, quindi, preparare proattivamente il sistema cognitivo a rispondere alle sue richieste. In particolare, in questo elaborato verranno esaminati i risultati relativi alla componente della flessibilità cognitiva adattiva, attraverso la somministrazione del compito *Task Switch* compreso all'interno della batteria testistica PACC (*Padua Adaptive Cognitive Control*; Mento et al., in prep.).

### 3.2 Metodo

#### 3.2.1 Partecipanti

La ricerca-intervento "Yoghiamo a scuola" oggetto del presente elaborato è stata condotta presso l'IC "Santini" di Noventa Padovana (Padova) e ha coinvolto un totale di 211 bambini dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia e dei primi due anni della scuola primaria, con un'adesione complessiva al progetto del 96,8% delle famiglie. I bambini sono stati dunque suddivisi in tre gruppi: materna (4-5 anni), prima elementare (6-7 anni) e seconda elementare (7-8 anni). Le caratteristiche demografiche dei tre gruppi sono descritte in Tabella 1.

Sono stati esclusi un totale di 16 bambini secondo i seguenti criteri: presenza di un quoziente di intelligenza non verbale, misurato mediante le Matrici Colorate di Raven (Raven & Court, 1938) sotto la norma (5 bambini); presenza di disturbi neurologici (ad esempio, epilessia; 4 bambini); difficoltà nello svolgimento del compito (ad esempio, non collaborativi; 4 bambini); disturbi sensoriali (1 bambino); difficoltà di comprensione della lingua italiana (2 bambini).

Inoltre, un totale di 20 bambini è stato escluso dalle analisi a causa di problemi tecnici. Nel presente elaborato verranno analizzati e presentati solamente i dati relativi a coloro che hanno partecipato a entrambe le fasi di valutazione (pre e post intervento Yoga), per un totale di 169 bambini. Tutti i partecipanti inclusi avevano una vista normale o corretta.

Gruppo	Età media $\pm$ SD (range)	Sesso		n
		Femmine	Maschi	
Materna	4.7 $\pm$ 0.5 (4-5)	6	15	21
Prima Elementare	5.7 $\pm$ 0.5 (5-7)	50	36	86
Seconda Elementare	6.7 $\pm$ 0.4 (6-7)	26	36	62

Tabella 1. Principali caratteristiche demografiche dei partecipanti.

### 3.2.2 Conformità etica

I genitori dei/le bambini/e che hanno preso parte alla ricerca hanno fornito il loro consenso scritto mentre i/le bambini/e hanno fornito il loro assenso orale alla partecipazione. Tutte le procedure sperimentali sono state approvate dal Comitato Etico della Scuola di Psicologia dell'Università di Padova (protocollo n. 4024) e sono state condotte secondo i principi espressi dalla Dichiarazione di Helsinki.

### 3.2.3 Procedura sperimentale

La ricerca-intervento "Yoghiamo a scuola" si è strutturata su tre fasi: una prima fase di valutazione (fase pre-Yoga, ottobre 2021), una fase di intervento (percorso Yoga, 8 settimane, novembre-dicembre 2021) e una seconda fase di valutazione (fase post-

Yoga, marzo 2022) (si veda *Figura 1*). È opportuno sottolineare che l'originaria programmazione dell'intervento ha subito delle modifiche a causa della pandemia da Covid-19; infatti, l'aumentare dei casi di contagio non ha permesso di svolgere la seconda fase di valutazione subito dopo l'intervento Yoga (prevista per gennaio 2022). Le implicazioni di questa inevitabile modifica sugli esiti della presente ricerca saranno discusse in seguito. L'intervento Yoga proposto (si veda 2.4) è stato coordinato dallo psicologo psicoterapeuta dr. Michele Guidi e condotto dalla psicologa dr.ssa Francesca Incagli e dallo psicologo dr. Luca Sbernini. In entrambe le fasi di valutazione si è prevista la somministrazione della batteria testistica PACC (Padua Adaptive Cognitive Control; Mento et al., in prep.) composta da quattro compiti sperimentali creati e somministrati mediante il software OpenSesame (Mathôt et al., 2012), per una durata complessiva della sessione di circa 45 minuti. Tale valutazione è stata condotta presso locali silenziosi e adeguatamente illuminati adibiti dal plesso scolastico. I bambini venivano fatti sedere comodamente a una distanza di circa 60 cm dallo schermo del computer (15" pollici). Obiettivo della batteria è indagare diversi aspetti del controllo cognitivo, quali flessibilità, inibizione e autocontrollo, secondo la prospettiva teorica del controllo cognitivo adattivo (Braem & Egner, 2018). Nello specifico, la batteria era costituita dai quattro seguenti compiti: *Dynamic Temporal Prediction Task* (DTP; Mento e Granziol, 2020), versione modificata dell'*Attentional Network Test* (ANT; Rueda et al., 2004), versione modificata del *Task Switch* (TS; Rogers & Monsell, 1995), versione modificata del *Balloon Analogue Risk Task* (BART; Lejuez et al., 2002). Solo nella prima fase di valutazione, a questi si è aggiunto lo svolgimento preliminare delle Matrici Progressive di Raven (Raven & Court, 1938) come misura del funzionamento intellettivo non verbale. In questo elaborato verrà presentato e verranno approfonditi i risultati ottenuti al compito *Task Switch* (TS), che valuta la flessibilità cognitiva e, in particolare, come essa si adatti implicitamente a diversi contesti predittivi.

In entrambe le fasi di valutazione sono stati inoltre somministrati alcuni questionari ai genitori e agli insegnanti, al fine di ottenere una misura indiretta di aspetti emotivo-comportamentali dei bambini e valutare i livelli di stress esperiti nel proprio ruolo rispettivamente di genitore o insegnante.



Figura 1 - Schema riassuntivo della struttura dell'intervento

### 3.3 Materiale

#### 3.3.1 I questionari

A complemento delle valutazioni pre- e post-Yoga condotte sui bambini, sono stati somministrati questionari di etero- e auto-valutazione a genitori e insegnanti. A questi è stata aggiunta in fase di *testing post intervento* una domanda relativa al gradimento del progetto. I questionari sono stati costruiti e somministrati attraverso la piattaforma *Qualtrics Experience Management (XM)* e recapitati a genitori e insegnanti tramite apposito *link*; in questo modo, potevano essere comodamente compilati online da casa. La compilazione richiedeva complessivamente 20 minuti circa e doveva essere svolta necessariamente in un'unica sessione.

Di seguito verranno presentate le scale somministrate nei questionari indirizzati rispettivamente ai genitori e agli insegnanti.

#### **Genitori:**

- Scheda anamnestica: sono state raccolte alcune informazioni generali demografiche della famiglia (ad esempio, status socioeconomico e composizione della famiglia), e altre relative allo sviluppo psico-motorio del bambino (ad esempio, le sue abitudini alimentari e di sonno, informazioni relative al raggiungimento delle principali tappe evolutive, la presenza di eventuali certificazioni diagnostiche, il suo coinvolgimento in attività sportive e di tempo libero).

- *Conners' Rating Scale - Revised* (CRS-R) versione per genitori (Conners, 2001): questionario che indaga aspetti emotivo-comportamentali mediante una serie di affermazioni che riguardano il comportamento di bambini e ragazzi nella vita di tutti i giorni. Ai genitori è richiesto di indicare quanto ciascuna affermazione è vera per suo/a figlio/a nell'ultimo mese. Le principali sottoscale indagate sono Oppositività, Problemi cognitivi/disattenzione, Iperattività, Ansia/timidezza, Perfezionismo, Problemi sociali e Problemi psicosomatici.
- *Parenting Stress Index - IV Edition, Short Form* (Guarino et al., 2016): questo strumento è finalizzato a valutare il livello di distress percepito nel proprio ruolo genitoriale. Le principali sottoscale indagate sono Distress Genitoriale, Interazione genitore-bambino disfunzionale, Bambino difficile e Stress Totale.

#### ***Insegnanti:***

- *Conners' Rating Scale - Revised* (CRS-R) versione per insegnanti: in questo caso veniva richiesto di rispondere agli item facendo riferimento non ai singoli individui ma alla sezione più in generale, indicando quanti bambini mediamente avessero manifestato nell'ultimo mese i comportamenti di interesse, riportandone anche intensità e frequenza.
- Stress percepito: è stato chiesto di indicare su una scala da 0 a 10 il livello di stress percepito nel proprio ruolo professionale, con riferimento allo svolgimento dell'attività didattica in ciascuna classe coinvolta nel progetto.

### 3.3.2 *Task switch*

Il presente compito sperimentale è stato creato e somministrato mediante il software OpenSesame (Mathôt et al., 2012) e permette di valutare la flessibilità cognitiva attraverso la misura di due indici principali. Il primo, noto come *switch cost*, misura il costo di riconfigurazione del setting mentale elicitato dal passaggio da un compito a un altro. Il secondo, noto come *mixed cost*, indica l'aumento di sforzo cognitivo indotto dallo svolgere due compiti rispetto a uno solo. In particolare, in questo lavoro di tesi si è indagato come questi indici siano influenzati dalle caratteristiche contestuali del compito. In particolare, il contesto veniva reso più o meno predittivo attraverso una manipolazione *list-wide* della proporzione di trial di *switch* e trial di ripetizione.

Ogni trial iniziava con la comparsa di un cue visivo (S1), che rimaneva sullo schermo per tutta la durata della prova, seguito dopo 1000 ms dalla presentazione dello stimolo

target (S2). Entrambi S1 ed S2 permanevano sullo schermo per un tempo massimo di 3000 ms. Le singole prove erano separate tra loro da un intervallo inter-trial (ITI) fisso di 1000 ms. S1 consisteva nell'immagine di due sacchetti di cibo (uno a destra e l'altro a sinistra dello schermo) che riportavano o il simbolo del colore o il simbolo della forma (dimensioni effettive dello stimolo: 1801 x 1013 pixels, 135 dpi). S2 consisteva nel disegno di un animale colorato (in ogni trial poteva essere o un cane o un gatto) e compariva in mezzo ai due sacchetti di cibo. Il compito consisteva nello scegliere il più velocemente possibile il sacchetto giusto (della forma o del colore congruente al target), premendo il tasto corretto sulla tastiera alla comparsa di S2. La selezione del sacchetto giusto avveniva sulla base della dimensione (forma o colore) raffigurata sui sacchetti stessi: se questi erano colorati, allora dovevano scegliere il sacchetto col colore del target; se invece presentavano le figure non colorate dei due animali, dovevano scegliere il sacchetto con la stessa forma del target (Figura 2).



Figura 2 - Struttura di ogni trial del compito Task Switch

La struttura generale del compito era costituita da tre blocchi: A, B e AB, per un totale di 100 trials e una durata complessiva di circa 10 minuti. Nei primi due blocchi (A e B, “blocchi singoli”, 17 trials ciascuno) veniva richiesto ai bambini di scegliere il sacchetto giusto sempre sulla base della stessa regola, rispettivamente il colore nel blocco A e la forma nel blocco B.

Per motivare i bambini venivano fornite le seguenti istruzioni all'inizio del blocco A:

*“Strada facendo incontri due simpatici cagnolini e due dolci gattini di colori diversi e decidi di prenderne uno con te per fare un regalo a Maty! Ma i piccoli amici sono affamati: prima di portarli con te dovrai dargli da mangiare. Ricorda che ognuno mangia il suo cibo, quindi dovrai scegliere il sacchetto giusto di volta in volta. Ad esempio: gli animali marroni mangiano solo cibo marrone quindi dovrai scegliere il sacchetto marrone. Al contrario, gli animali blu mangiano solo cibo blu, quindi dovrai scegliere il sacchetto blu.”*; le seguenti istruzioni venivano invece fornite all’inizio del blocco B: *“Ben fatto! È l’ora di dargli un dolcetto! Anche stavolta dovrai scegliere il sacchetto giusto! Ricorda! I gattini mangiano solo i loro dolcetti, quindi dovrai scegliere il sacchetto col disegno del gattino. Anche i cagnolini mangiano solo i loro dolcetti, quindi dovrai scegliere il sacchetto col disegno del cagnolino. Ricorda: più veloce della luce ma non sbagliare altrimenti restano senza dolcetto!”*.

Al termine dei due blocchi, seguiva il blocco AB (“blocco misto”, 66 trials) in cui i bambini dovevano scegliere di volta in volta la regola corretta secondo cui selezionare il sacchetto (colore o forma) sulla base della dimensione del target riportata sul sacchetto stesso. Per indagare l’adattamento implicito della flessibilità cognitiva è stata manipolata la proporzione di trial di *switch* (in cui la regola cambia rispetto al trial precedente) e trial di ripetizione (con la stessa regola del trial precedente) secondo una logica di tipo list-wide. Nello specifico, il blocco AB si componeva di un primo blocco non predittivo (“blocco 50:50”, 33 trials) e di un secondo blocco predittivo (“blocco 75:25”, 33 trials); tale ordine dei blocchi restava invariato tra i partecipanti. Il blocco 50:50 era caratterizzato da uno stesso numero di trial di *switch* e di ripetizione, mentre nel blocco 75:25 vi era una maggior proporzione di trial di ripetizione (75% dei trials), creando dunque un’aspettativa maggiore - e di conseguenza una maggior preparazione - per la comparsa di trial di ripetizione rispetto ai trial di *switch*. È opportuno sottolineare che i bambini non erano a conoscenza della manipolazione di tali proporzioni lungo il compito. Per motivare i bambini all’esecuzione del compito veniva presentata una schermata introduttiva all’inizio del blocco AB sulla quale venivano illustrate le istruzioni necessarie a un suo corretto svolgimento (Figura 3).



Figura 3 - Schermata introduttiva al blocco AB

Tutti i blocchi ponevano le medesime richieste sensorimotorie, dal momento che gli stimoli visivi e le richieste motorie restavano invariate lungo il compito: l'unico cambiamento introdotto riguardava quindi la variazione della predittività del contesto esperita nel corso dei blocchi misti (AB).

Ciascun blocco sperimentale era preceduto da un blocco di pratica di 10 trials per assicurarsi della corretta comprensione delle istruzioni da parte dei bambini. Durante la pratica, veniva fornito loro un feedback uditivo ad ogni trial in base alla loro performance. Nello specifico, in caso di risposte corrette veniva presentato un suono ad alta frequenza, mentre per le risposte non fornite o errate veniva presentato un suono a bassa frequenza. Durante i successivi blocchi sperimentali non veniva più somministrato alcun feedback.

### 3.4 Ipotesi sperimentali

La prima ipotesi sperimentale (H1) riguarda l'adeguatezza del compito e la sua sensibilità nel rilevare gli effetti attesi. Nello specifico, ci si attendeva:

- H1a: adeguatezza in termini di difficoltà del compito (elevati punteggi di accuratezza e tempi di reazione (RTs) adeguati)
- H1b: un effetto *Switch Cost*, ovvero RTs complessivamente più veloci nei trial di ripetizione rispetto ai trial di *switch*, in linea con la letteratura (Monsell, 2003). Questo effetto, che si osserva già in età evolutiva (Dibbets e Jolles (2006), dipende dal maggior carico cognitivo associato ai trial di *switch* che richiedono di interrompere un compito in corso e passare ad un altro sulla base di una regola diversa da quella precedentemente attivata (es, seleziona forma → seleziona colore e viceversa).

- H1c: in linea con la letteratura (Rubin & Meiran, 2005), ci si attende un Effetto Misto, ovvero RTs maggiori nei blocchi misti rispetto ai blocchi singoli. Questa differenza nella prestazione rifletterebbe una maggiore richiesta cognitiva nei blocchi misti in conseguenza allo svolgimento di due compiti contemporaneamente rispetto ad uno solo. Questo effetto è stato ampiamente dimostrato in letteratura e si evidenzia già in età evolutiva (Crone et al., 2006).

La seconda ipotesi sperimentale (H2) riguarda la capacità del compito di rilevare la presenza di controllo cognitivo adattivo mediante l'utilizzo del blocco predittivo e non predittivo. Nello specifico, ci si attende:

- H2: la differenza nei RTs tra il blocco predittivo e i blocchi singoli (A) sia minore rispetto alla differenza tra il blocco non predittivo e i blocchi singoli (B), come riflesso da un Delta Effetto Misto Adattivo ( $A - B$ ) negativo. Infatti, nel blocco predittivo, l'utilizzo di una manipolazione *list-wide* con una maggiore proporzione di trial di ripetizione rispetto ai trial di *switch* dovrebbe comportare la formazione di un modello predittivo interno che riflette le caratteristiche statistiche del compito stesso. In letteratura è stato dimostrato che già in età prescolare i bambini sono in grado di modulare il livello di controllo cognitivo esercitato sulla base di un apprendimento implicito delle caratteristiche del compito, tra cui la diversa proporzione *list-wide* di trial di *switch* e di ripetizione (Gonthier et al., 2021). Di conseguenza, ci si attende che la prestazione ai trial di ripetizione nel blocco predittivo diventi globalmente più veloce rispetto al blocco non predittivo.

La terza ipotesi (H3) riguarda l'effetto dello Yoga sul controllo cognitivo adattivo. Nello specifico, ci si attende:

- H3: una riduzione del delta Effetto Misto Adattivo, che rifletterebbe una maggior capacità di adattamento alle regolarità statistiche del compito. Nello specifico, questo decremento dovrebbe riflettere gli effetti positivi dell'attività Yoga sull'attenzione sostenuta. Tale beneficio renderebbe il sistema cognitivo più ricettivo verso le caratteristiche dell'ambiente, favorendo un maggior adattamento comportamentale (maggiore velocità nel rispondere agli stimoli).

La quarta e ultima ipotesi (H4) riguarda i benefici dello Yoga sul funzionamento emotivo e comportamentale dei bambini per come valutato da genitori e insegnanti, e sul livello di stress percepito da questi ultimi nel proprio ruolo rispettivamente genitoriale e professionale. Coerentemente con la letteratura ampiamente discussa in precedenza sugli interventi di yoga e *mindfulness* (si veda 2.3), si ipotizza di riscontrare un miglioramento nelle capacità cognitive e di autoregolazione dei bambini e che ciò possa condurre a una riduzione dei livelli di stress percepiti dalle figure adulte di riferimento che entrano in relazione con loro. Nello specifico, ci si attende:

- H4a: una riduzione dei punteggi ai questionari somministrati ai genitori, ovvero le scale CRS-R versione per genitori e PSI;
- H4b: una riduzione dei punteggi alle scale CRS-R versione per insegnanti e sul livello di distress esperito relativamente allo svolgimento dell'attività didattica nella classe considerata.

### 3.5 Analisi dei dati

La presente ricerca ha impiegato un disegno sperimentale misto: 3 (classe) x 2 (tempo di valutazione) x 2 (*trial type*) x 2 (blocco). Le variabili indipendenti coinvolte si componevano rispettivamente dei seguenti livelli:

- Classe: Materna vs Prima elementare vs Seconda elementare; si è valutato se gli effetti indagati dipendessero da differenze nel livello di scolarità dei partecipanti.
- Tempo di valutazione: t0 (fase pre-Yoga) vs t1 (fase post-Yoga); il confronto fra le due fasi di valutazione è stato condotto al fine di verificare la presenza di eventuali variazioni in funzione del tempo e, plausibilmente, dell'intervento proposto.
- Trial type: ripetizione vs *switch*; tale confronto è stato svolto allo scopo di valutare se la prestazione variasse in funzione del tipo di trial, in quanto ci si aspetta che ai trial di ripetizione si associno risposte più veloci rispetto ai trial di *switch* (Monsell, 2003).
- Blocco: misto vs *single*; è stata confrontata la prestazione ai due diversi blocchi al fine di valutare l'apprendimento delle regolarità del compito, misurando la capacità di adattare le risposte comportamentali alle richieste implicite del compito.

Come variabili dipendenti sono state analizzate:

- Tempi di reazione: misurati in millisecondi, a partire dalla comparsa del target. Gli RTs sono stati successivamente trasformati logaritmicamente.
- Delta dell'Effetto Misto Adattivo:

$$\text{Delta} = (a - b) - (c - b)$$

**a = RTs nel blocco predittivo**

**b = RTs nel blocco singolo**

**c = RTs nel blocco non predittivo**

Valori negativi del Delta indicano che si è verificato un apprendimento implicito da parte dei partecipanti relativo alla maggiore probabilità di incorrere in trial di ripetizione nel blocco predittivo, e che questa informazione è stata utilizzata per adattare proattivamente e ottimizzare le proprie risposte comportamentali. Al contrario, valori nulli o positivi del Delta suggerirebbero rispettivamente una pari velocità o un rallentamento nelle risposte al blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo. Ciò suggerirebbe un fallimento nell'aggiornamento del modello predittivo interno e di conseguenza un mancato vantaggio in termini comportamentali.

L'ipotesi H1a è stata indagata a livello esplorativo mediante la visualizzazione grafica dei dati. Per testare l'ipotesi H1b e H1c sono stati analizzati gli RTs, separatamente per le due fasi di valutazione, utilizzando dei Modelli Lineari Misti (LMMs) con intercetta random per il soggetto. In questo caso sono stati inseriti come variabile dipendente i tempi di reazione trasformati logaritmicamente al fine di normalizzare la distribuzione. Al fine di individuare il modello che spiegasse la maggior varianza nei dati, sono stati confrontati mediante l'Akaiake information criterion (AIC) diversi LMM con le seguenti variabili indipendenti: tipo di trial, blocco, classe. È stato scelto il modello con l'AIC più basso che è risultato differente nei due tempi di valutazione. Nello specifico, al tempo t0 il modello più adeguato a spiegare la varianza dei dati è risultato essere quello con classe e tipo di trial come variabili indipendenti; invece, al tempo t1 il modello più adeguato è risultato essere quello con variabile indipendente il blocco.

L'ipotesi H2 è stata indagata a livello esplorativo, attraverso la visualizzazione grafica dei dati.

L'ipotesi H3 è stata testata fittando degli LMMs con intercetta random per il soggetto; è stata assunta come variabile dipendente il Delta Effetto Misto Adattivo, mentre come variabili indipendenti tempo di valutazione e classe. Il modello risultato più adeguato secondo il criterio AIC è stato quello con entrambe le variabili indipendenti: tempo di valutazione e classe.

Infine, le ipotesi H4a e H4b sono state indagate attraverso un confronto dei punteggi alle scale dei questionari utilizzando *paired t-test*.

## 4. RISULTATI

### 4.1 H1a: accuratezza e tempi di reazione

L'indagine esplorativa dell'ipotesi H1a è stata condotta mediante visualizzazione grafica dei dati relativi ad accuratezza e tempi di reazione per entrambe le fasi di valutazione. Per quanto riguarda l'accuratezza, un totale di 6 bambini ha presentato livelli di accuratezza inferiori al 65% ed è stato escluso dalle successive analisi. In Figura 4 sono presentati i dati relativi all'accuratezza nelle due fasi di valutazione e complessivamente si osservano punteggi medi elevati che si collocano al di sopra dell'85%. Questi livelli sono rimasti sostanzialmente invariati tra le due fasi di valutazione, in particolare per le classi Prima e Seconda elementare. Spiegazione plausibile di tale risultato risiede nella semplicità di esecuzione del task, che verrebbe quindi portato a termine facilmente dai bambini nelle fasce d'età coinvolte.

Per quanto riguarda gli RTs, le velocità riportate rientrano nel range atteso; si osserva inoltre il *trend* evolutivo atteso di aumento della velocità di risposta tra le classi e, entro le singole classi, tra tempi di valutazione (Figura 5).

Complessivamente, dunque, il compito è risultato adeguato alle capacità dei bambini.

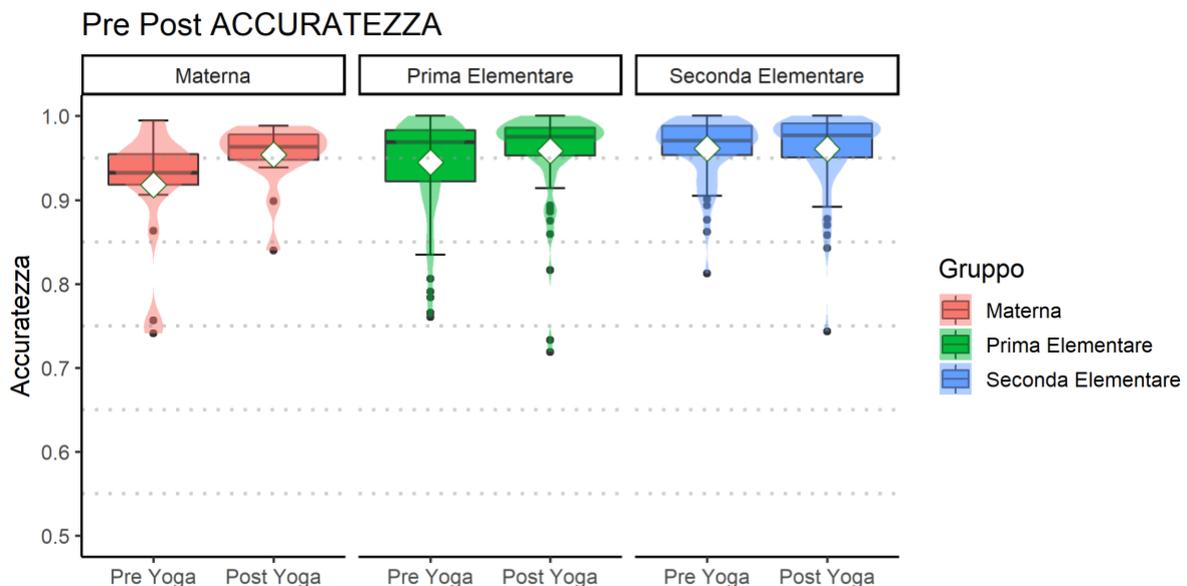


Figura 4 - Grafico che mostra la distribuzione degli RTs in fase di valutazione Pre Yoga e Post Yoga per ciascuna classe

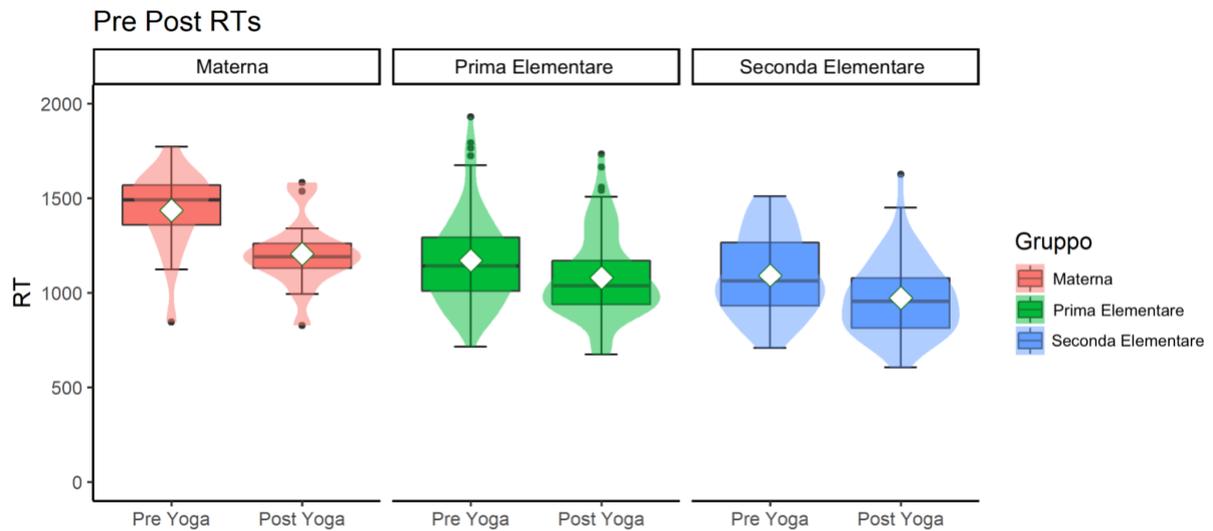


Figura 5 - Grafico che mostra la distribuzione degli RTs in fase di valutazione Pre Yoga e Post Yoga per ciascuna classe

## 4.2 H1b e H1c: effetto del tipo di trial e del blocco

### Prima fase di valutazione ( $t_0$ )

Al tempo  $t_0$  è emerso un effetto significativo principale del tipo di trial ( $F_{(1,677.00)} = 14.077$ ,  $p < .001$ ) e della classe ( $F_{(2,167.98)} = 20.467$ ,  $p < .001$ ) (Figura 6). Nello specifico, si osserva una progressiva diminuzione degli RTs tra le classi e, come evidenziato graficamente, una complessiva riduzione degli stessi tra i trial di *switch* e di ripetizione (effetto *Switch Cost*). I dati relativi all'effetto del trial al tempo  $t_0$  sono presentati in Figura 7 e confermano l'ipotesi H1b.

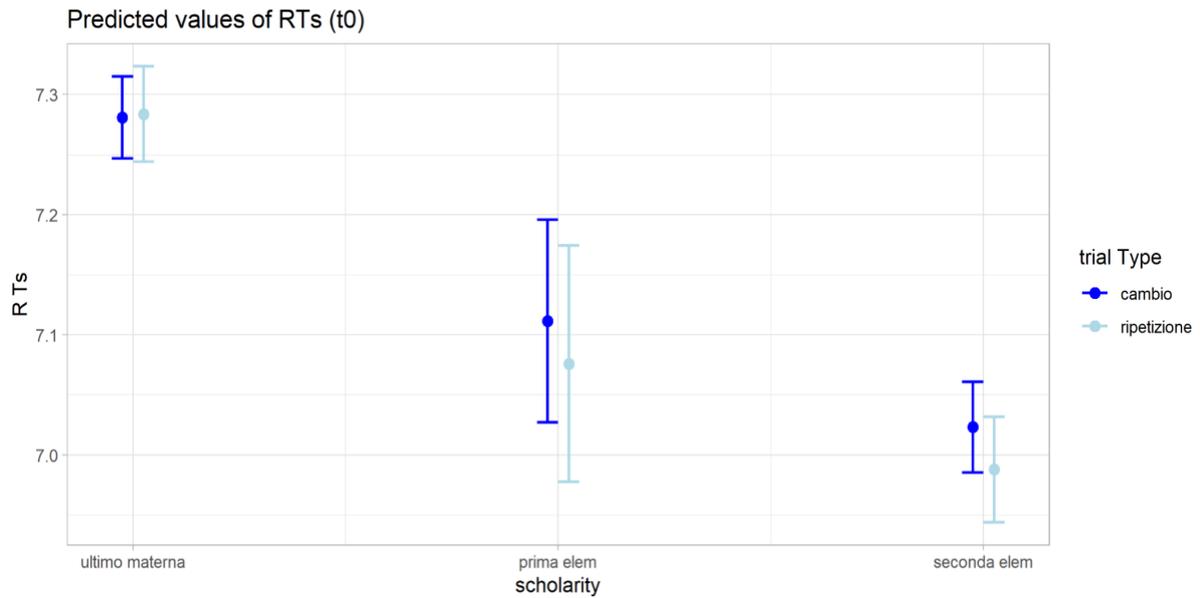


Figura 6 – Grafico che mostra la distribuzione degli RTs ai trial di ripetizione (azzurro) e switch (blu) per ciascuna classe in t0

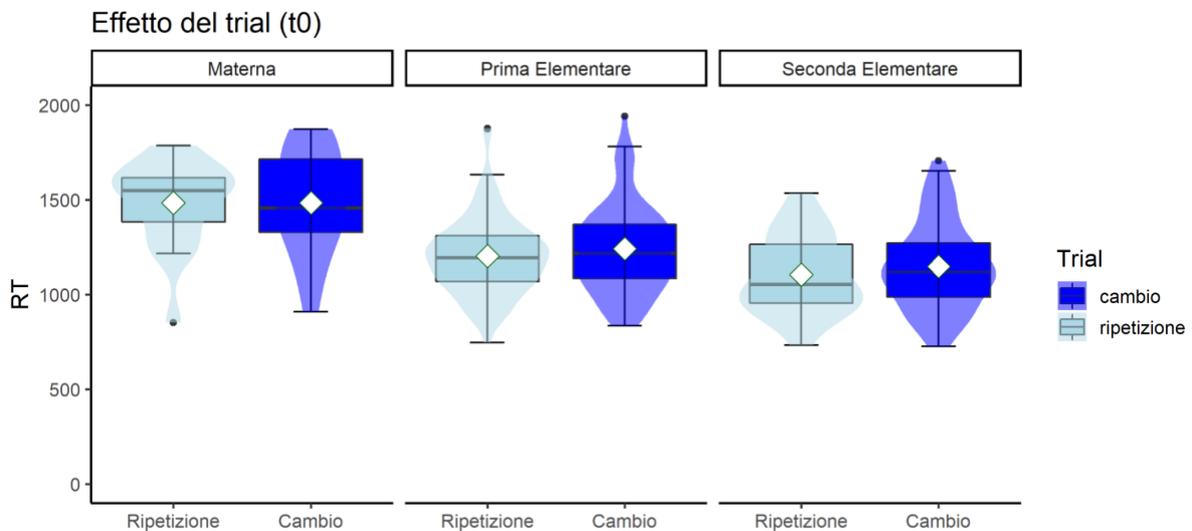


Figura 7 – Grafico che riporta l'andamento degli RTs nelle tre classi e in funzione del tipo di trial, rispettivamente ripetizione (azzurro) e switch (blu)

Viceversa, l'ipotesi H1c non è confermata a t0: infatti, il LMM più adeguato a spiegare la varianza dei dati non comprendeva la variabile indipendente blocco (misto vs *single*) e ciò suggerisce che essa non abbia influenzato in maniera significativa gli RTs dei soggetti. Da un'esplorazione grafica qualitativa (Figura 8), si può osservare una lieve tendenza a RTs più veloci nei blocchi misti rispetto al *single*, coerentemente con quanto atteso (Effetto Misto).

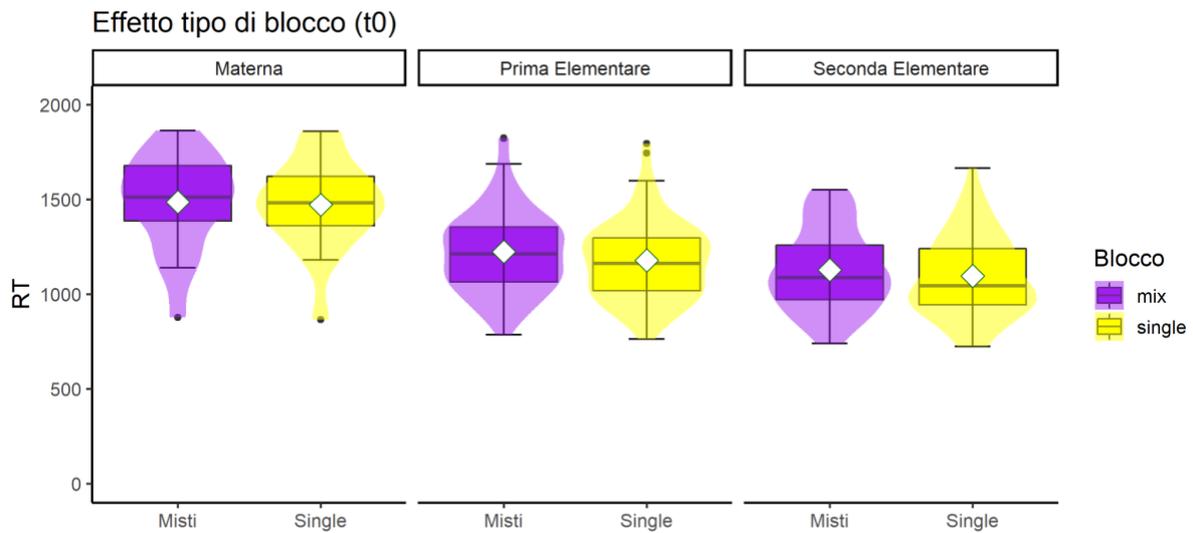


Figura 8 – Grafico che mostra la distribuzione degli RTs nei blocchi misti (viola) e single (giallo) per ciascuna classe in t0

### Seconda fase di valutazione (t1)

Si osserva un effetto significativo principale del blocco ( $F_{(1,671)} = 19.127, p < .001$ ) al tempo t1 (Figura 9). Coerentemente con quanto atteso, si evidenzia infatti un Effetto Misto caratterizzato da RTs significativamente più veloci nei blocchi singoli rispetto ai blocchi misti (Figura 10). Risulta quindi confermata l'ipotesi H1c in t1.

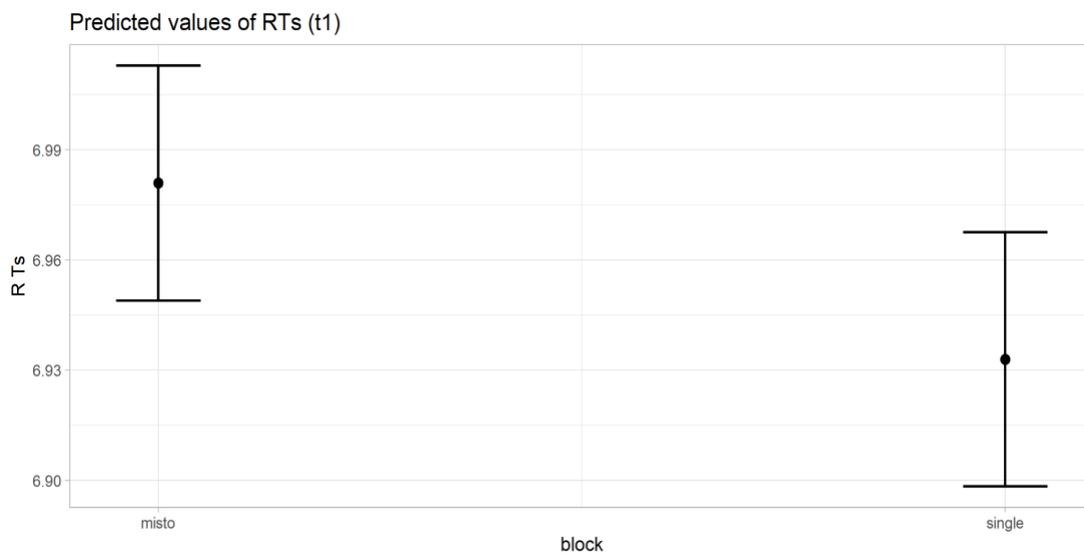


Figura 9 - Grafico che evidenzia la differenza significativa fra RTs nel blocco misto (sx) e nel blocco singolo (dx)

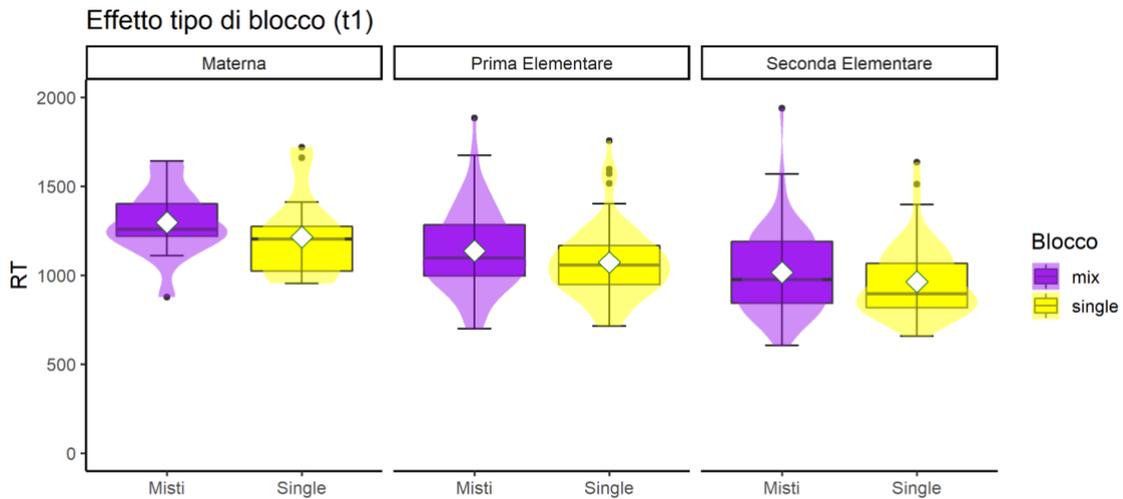


Figura 10 - Grafico che mostra la distribuzione degli RTs nei blocchi misti (viola) e single (giallo) per ciascuna classe in t1

Viceversa, al t1 non risulta confermata l'ipotesi H1b. Infatti, il LMM più adeguato a spiegare la varianza dei dati non comprendeva la variabile indipendente tipo di trial (ripetizione vs *switch*) e ciò suggerisce che essa non abbia influenzato in maniera significativa gli RTs dei soggetti e non costituisce quindi in questa fase di valutazione un fattore esplicativo della varianza dei dati. Tuttavia, dall'osservazione grafica dei dati (Figura 11) si evidenzia il trend atteso, caratterizzato da una velocità di risposta tendenzialmente superiore nei trial di ripetizione rispetto a quelli *switch*.

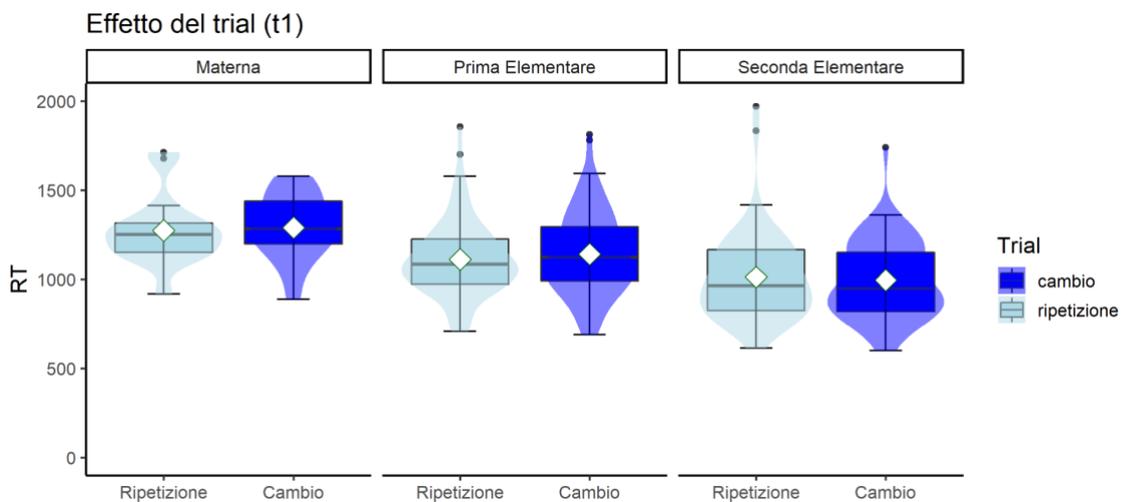


Figura 11 – Grafico che mostra la distribuzione degli RTs ai trial di ripetizione (azzurro) e switch (blu) per ciascuna classe in t1

Infine, l'ispezione grafica dell'Effetto Misto al t0 e t1 (Figura 12), mette in luce la presenza di valori medi più positivi al tempo t1, il che riflette le analisi sopra riportate: il blocco sembra aver influito significativamente sulla prestazione solo nella seconda fase di valutazione, inducendo pertanto gli effetti attesi solo in questa seconda fase (valori dell'Effetto Misto positivi).

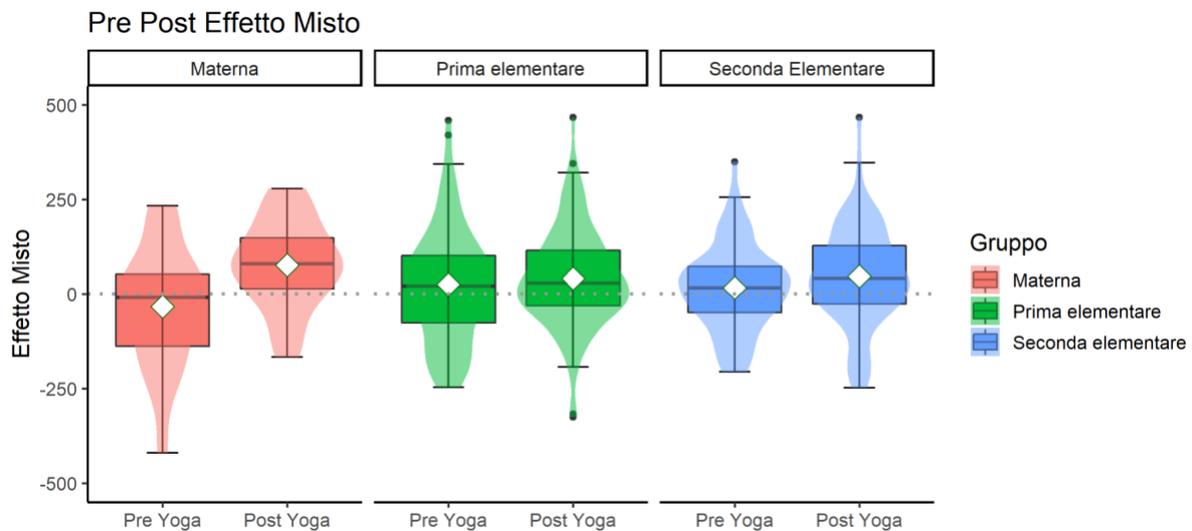


Figura 12 - Grafico che mostra la distribuzione dell'Effetto Misto nelle fasi di valutazione Pre Yoga e Post Yoga per ciascuna classe

### 4.3 H2 e H3: Delta Effetto Misto Adattivo

Come precedentemente spiegato (vedi sezione 3.5) il Delta Effetto Misto Adattivo costituisce un indice della misura dell'apprendimento implicito, e si ottiene calcolando la differenza tra i costi sugli RTs nel blocco predittivo rispetto al blocco *single* e nel blocco non predittivo rispetto al blocco *single*. Dal momento che tale differenza dovrebbe essere maggiore nel caso del contesto predittivo, ci si attende valori negativi del Delta.

Per quanto riguarda il tempo t0, l'indagine esplorativa tramite visualizzazione grafica evidenzia la presenza di valori del Delta prossimi allo zero ma positivi, in controtendenza con quanto ipotizzato (Figura 13).

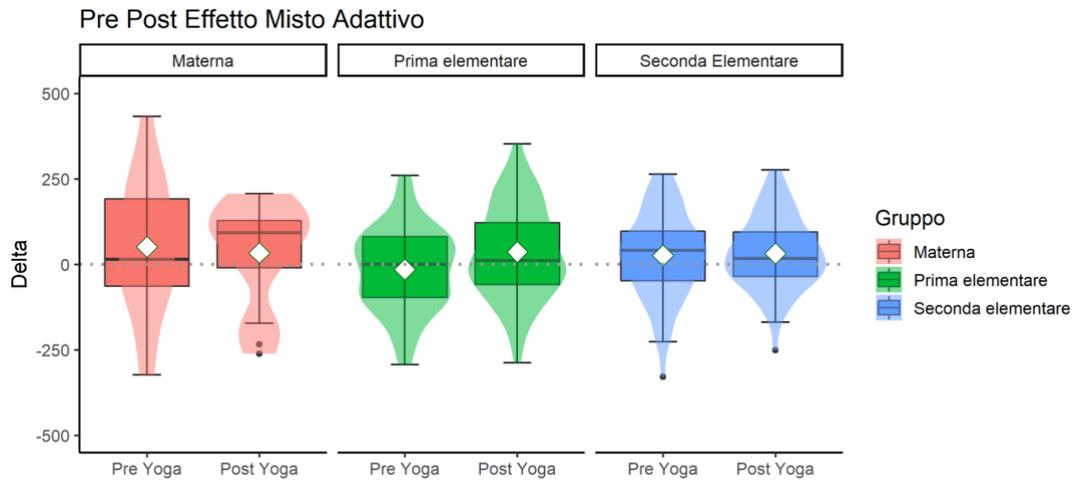


Figura 13 - Grafico che mostra la distribuzione del Delta Effetto Misto Adattivo nelle fasi di valutazione Pre Yoga e Post Yoga per ciascuna classe

Al fine di approfondire tale risultato inatteso, sono stati indagati a livello grafico ed esplorativo gli effetti di interazione fra le variabili tipo di trial e blocco. Anche a questo livello si osserva un *trend* opposto rispetto a quanto atteso, caratterizzato da RTs più lenti nei trial di ripetizione rispetto ai trial di *switch* all'interno del blocco predittivo sia al tempo t0 (Figura 14) che t1 (Figura 15). Questo andamento non si osserva nel blocco non predittivo, in cui la velocità di risposta ai trial di *switch* è complessivamente superiore rispetto ai trial di ripetizione in tutte le classi, coerentemente con quanto atteso.

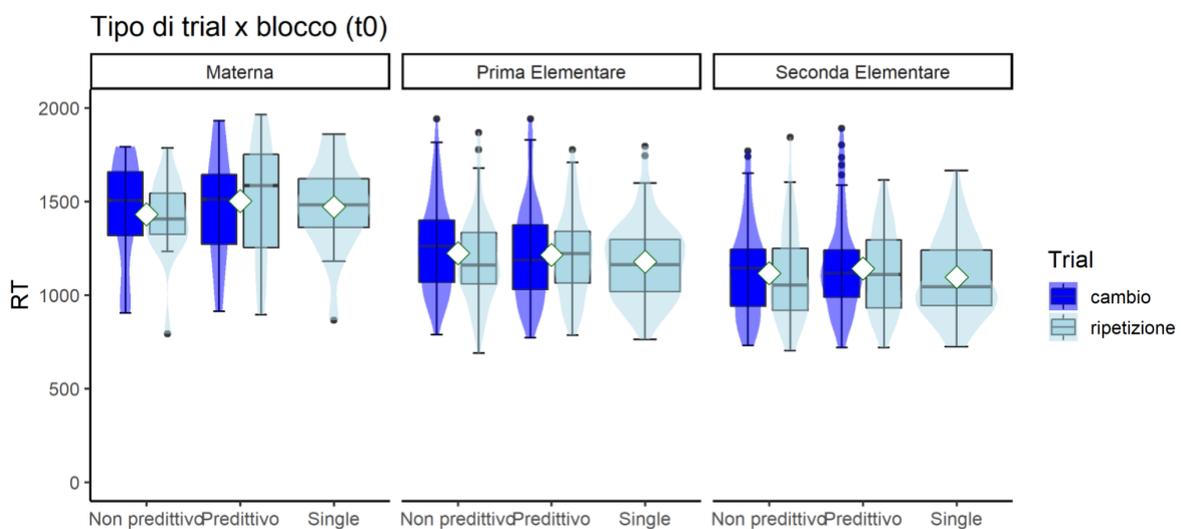


Figura 14 - Grafico che mostra la distribuzione degli RTs per ciascuna classe in funzione del tipo di trial e del blocco al tempo t0

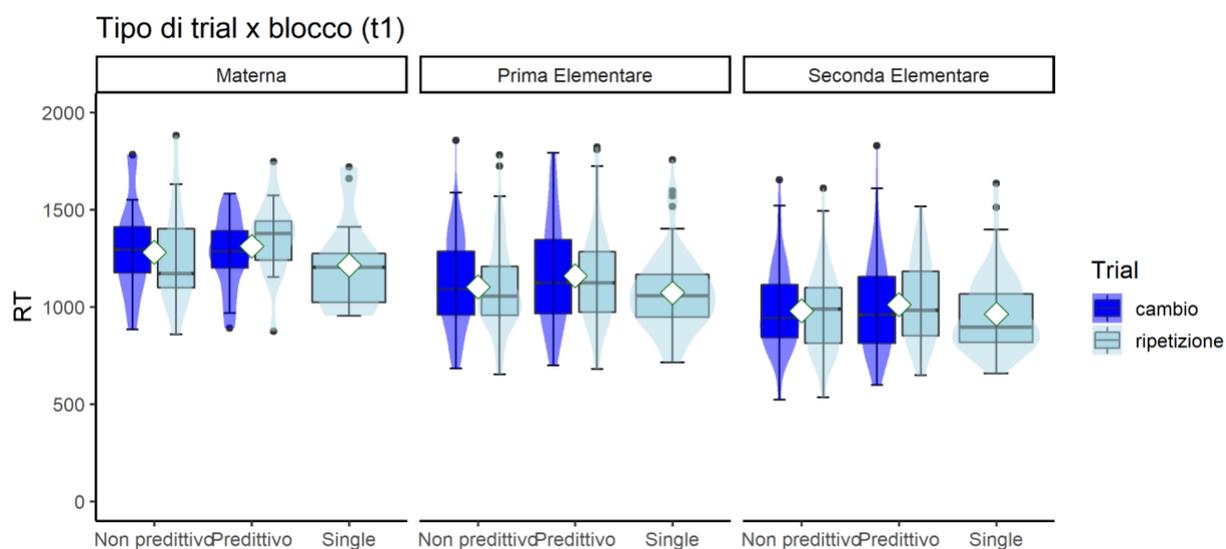


Figura 15 - Grafico che mostra la distribuzione degli RTs per ciascuna classe in funzione del tipo di trial e del blocco al tempo t1

Questi risultati suggeriscono che la manipolazione sperimentale *list-wide* del blocco predittivo non ha indotto l'adattamento atteso, ma piuttosto pare che i soggetti si siano tendenzialmente preparati di più a rispondere ai trial rari (*switch*) rispetto a quelli frequenti. Questo risultato e possibili interpretazioni verranno discusse in Discussione. Considerando tali presupposti, è stata indagata la presenza di eventuali variazioni del Delta Effetto Misto Adattivo tra t0 e t1, potenzialmente riconducibili all'intervento di yoga intercorso. I risultati riportano un effetto interazione significativo tra tempo e scolarità ( $F(2,167) = 3.5784, p = .030$ ) (Figura 16). Analizzando i confronti appaiati fra i gruppi è emersa una differenza significativa nel Delta della Prima Elementare tra t0 a t1 ( $t(167) = -2.868, p = .005$ ). In particolare, questo valore è risultato aumentato a t1 a differenza di quanto atteso, ovvero una variazione in negativo del Delta. Tale risultato è tuttavia coerente con quanto rilevato nella verifica di H2 e dall'indagine dell'interazione del tipo di trial per il blocco. Ne consegue che l'ipotesi H3 non ha trovato conferma nelle analisi.

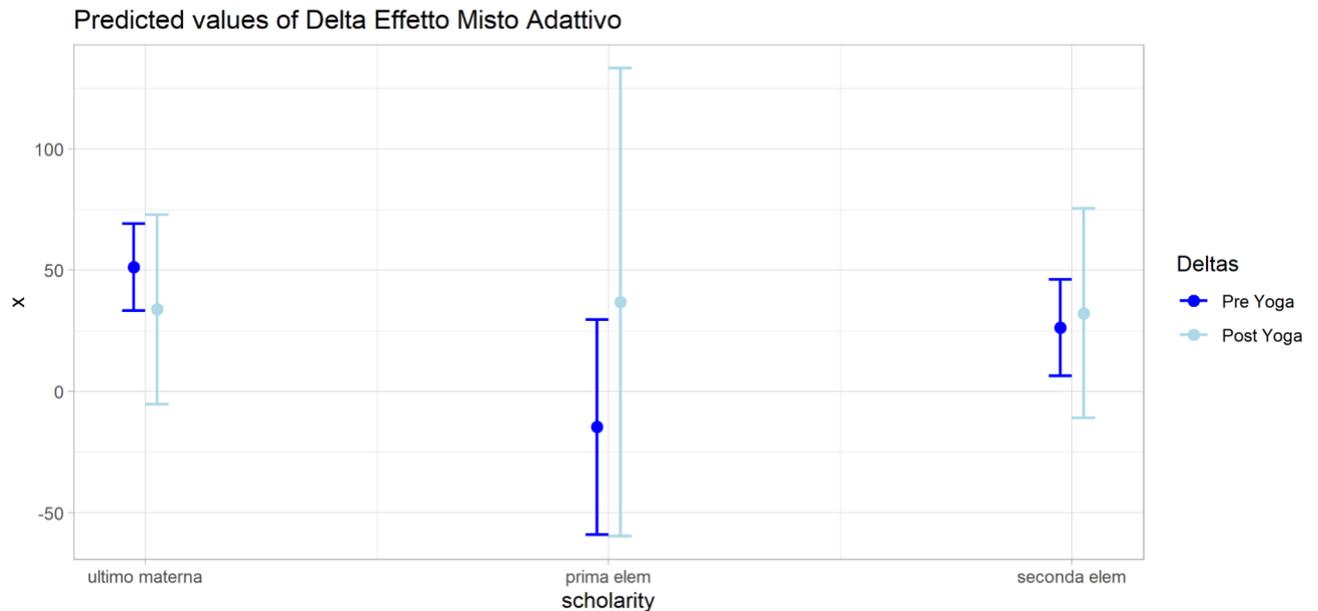


Figura 16 - Grafico che evidenzia l'andamento dei valori del Delta Effetto Misto Adattivo in funzione dell'interazione fra classe e tempo di valutazione

#### 4.4 H4a: risultati dei questionari compilati dai genitori

Durante la prima fase di valutazione sono stati compilati 122 questionari, mentre durante la seconda fase un totale di 83. Di questi, sono stati considerati soltanto i questionari compilati in entrambe le fasi, per un totale di 70 (11 della classe Materna, 37 Prima Elementare e 22 Seconda Elementare). Le tabelle con i punteggi grezzi si trovano in Appendice.

##### *Conners Rating Scales parent version (CRS-R)*

Dall'analisi statistica tramite *paired t test* si sono evidenziate differenze significative tra la prima e seconda fase di valutazione nei punteggi alla sottoscala "Ansia" della classe Prima Elementare; nello specifico, è emerso un aumento dei punteggi per i maschi, in contrapposizione rispetto a quanto atteso ( $t_{(11)} = -2.4635$ ,  $p = .031$ ), e una diminuzione dei punteggi per le femmine ( $t_{(24)} = 2.6388$ ,  $p = .014$ ) in linea con quanto atteso (Figura 17; per i dati grezzi, vedi *Appendice - Tabella 2*).

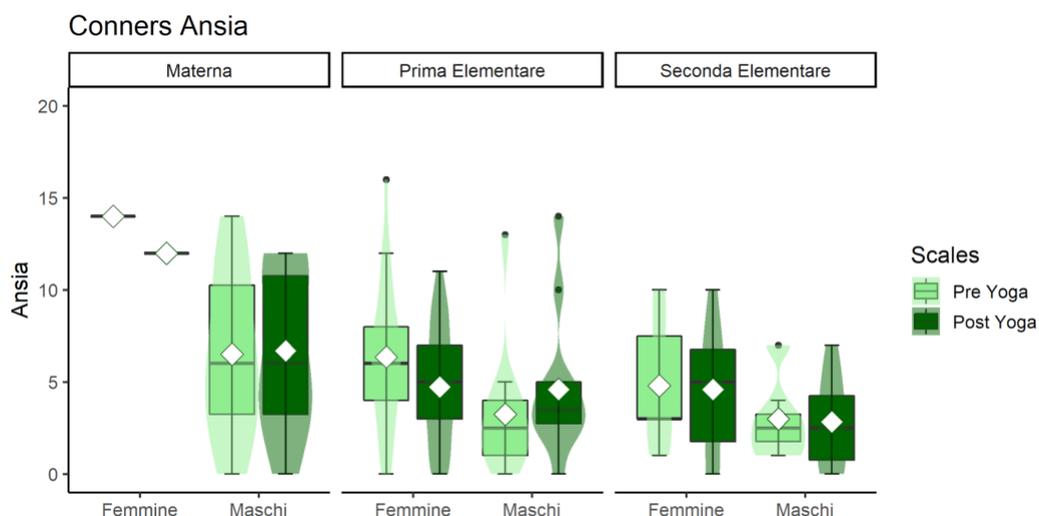


Figura 17 - Grafico che mostra i risultati alla sottoscala Ansia del questionario CRS-R alla prima e seconda fase di valutazione in tutte le classi

### Parenting Stress Index (PSI)

Dall'analisi statistica tramite *paired t-test*, si sono evidenziati cambiamenti in direzione opposta a quanto atteso con un aumento significativo dei punteggi nella sottoscala *Distress Parentale* nei genitori delle bambine di Prima Elementare ( $t_{(24)} = -2.0706$ ,  $p = .049$ ) (Figura 18).

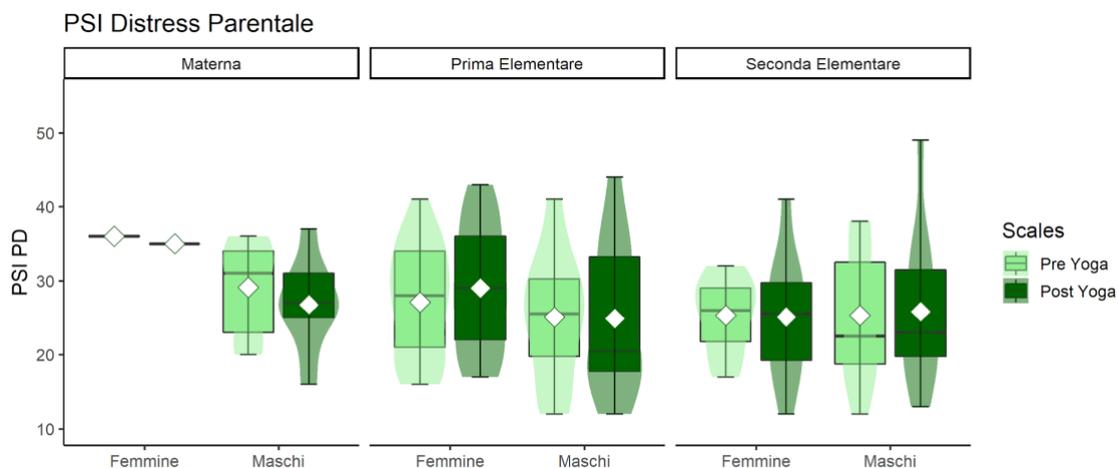


Figura 18 - Grafico che riporta i risultati alla sottoscala Distress Parentale del questionario PSI per ciascuna classe in entrambe le fasi di valutazione

Infine, anche se non sono emerse differenze significative tra la prima e seconda fase di valutazione, si riportano in Figura 19 i dati relativi alla scala *Stress Totale*, in cui emerge a livello qualitativo una riduzione del livello di stress percepito dai genitori delle classi Materna e Seconda Elementare e un aumento dello stesso da parte dei genitori della classe Prima Elementare. I punteggi grezzi sono riportati in *Appendice*, Tabella 3.

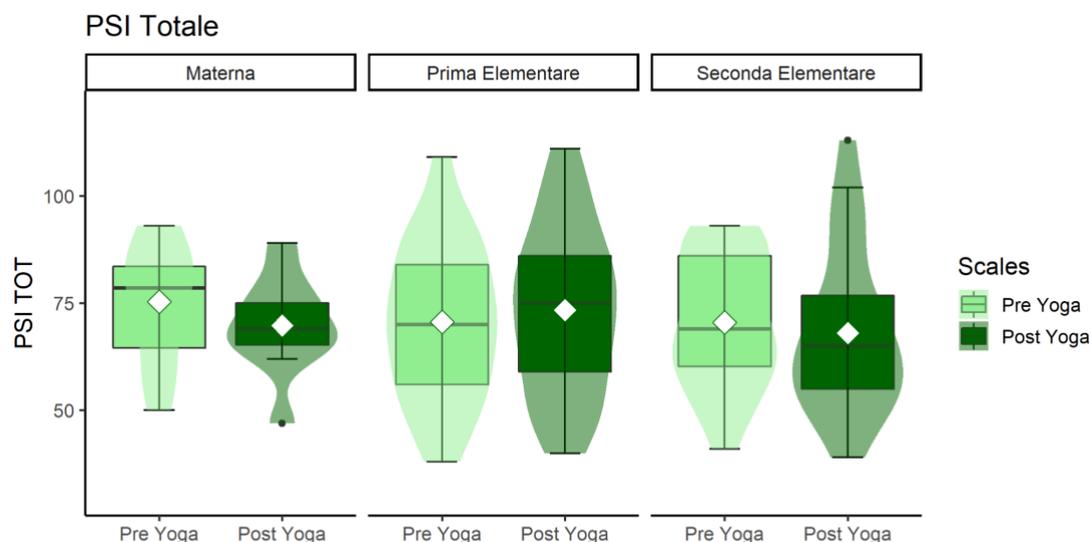


Figura 19 - Grafico che mostra i punteggi nella scala *Stress Totale* del questionario *PSI* per ciascuna classe in entrambe le fasi di valutazione

## 4.5 H4b: risultati dei questionari compilati dagli insegnanti

### *Conners Rating Scales parent version (CRS-R)*

Dall'analisi statistica tramite *paired t-test* sono emersi cambiamenti in direzione opposta a quanto atteso; in particolare, si osserva un aumento significativo dei punteggi alle sottoscale *Disattenzione* ( $t(4) = -5.5726$ ,  $p = .005$ ) (Figura 20) e *Perfezionismo* ( $t(4) = -3.087$ ,  $p = .037$ ) (Figura 21) per la classe Prima Elementare (per i dati grezzi, vedi *Appendice* - Tabella 4).

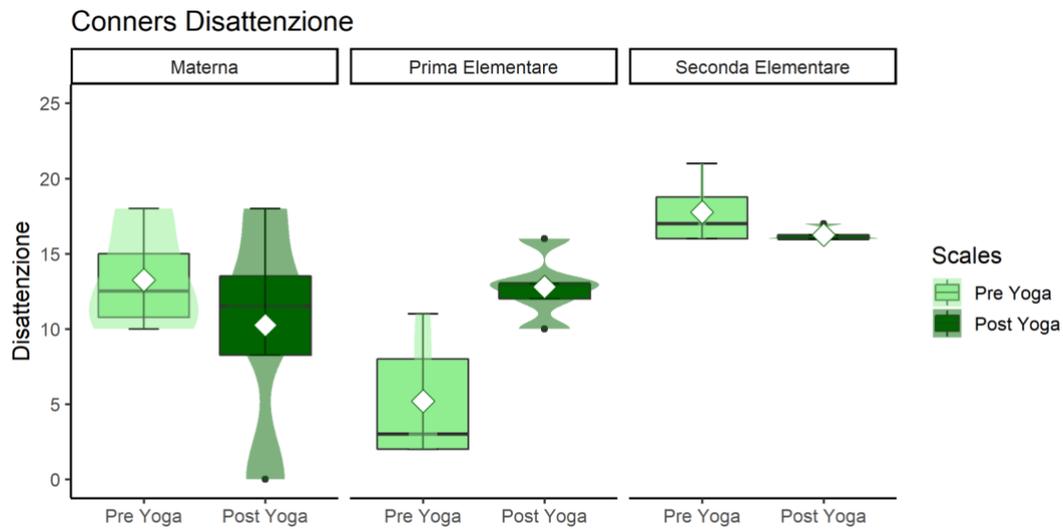


Figura 20 - Grafico che riporta i punteggi nella sottoscala Disattenzione del questionario CRS-R (versione per insegnanti) in fase Pre-Yoga e Post-Yoga per ogni classe

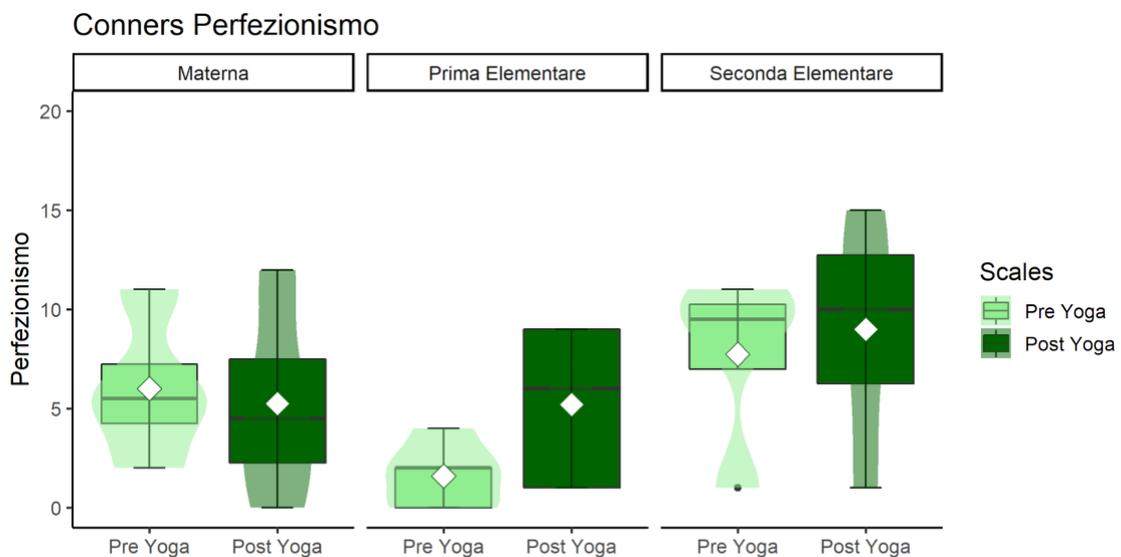


Figura 21 - Grafico che riporta i risultati alla sottoscala Perfezionismo del questionario CRS-R (versione per insegnanti) in fase Pre-Yoga e Post-Yoga per ogni classe

### Stress percepito

Rispetto ai livelli di stress percepiti dagli insegnanti, si osserva una lieve riduzione dei punteggi per le classi Materna e Prima Elementare mentre emerge un trend in leggero aumento per gli insegnanti della classe Seconda Elementare (Figura 22; per i dati grezzi, vedi *Appendice - Tabella 5*).

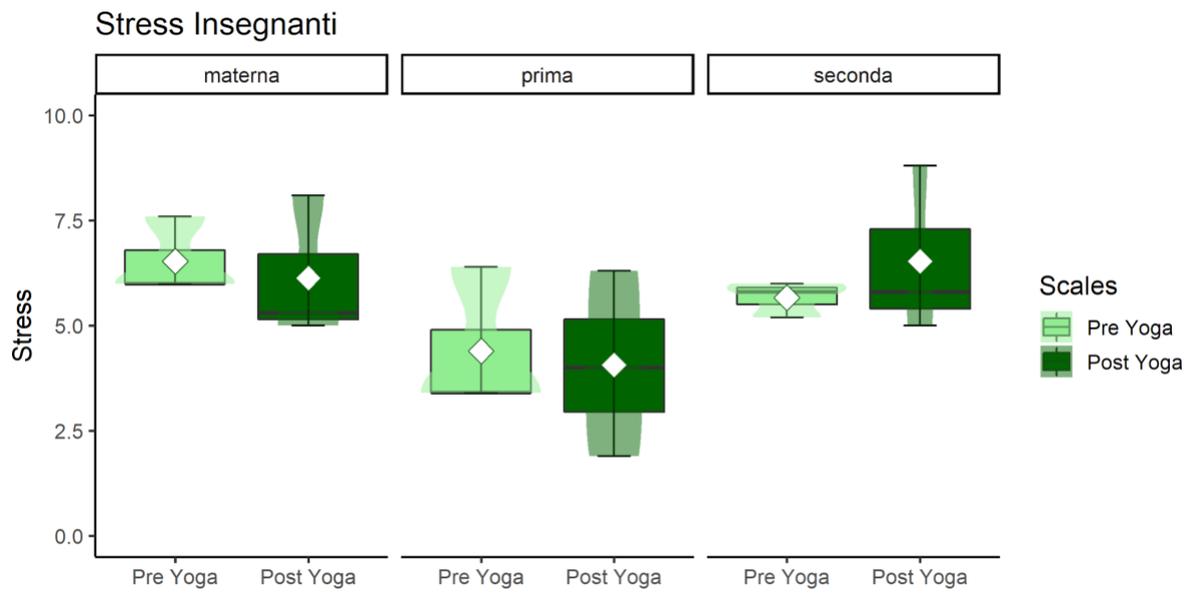


Figura 22 - Grafico che riporta la distribuzione dei livelli di stress percepito dagli insegnanti in fase di valutazione Pre-Yoga e Post-Yoga per ogni classe

## 5. DISCUSSIONE

Il presente elaborato di tesi è parte di un progetto di ricerca più ampio che si è posto l'obiettivo di valutare l'effetto di un intervento di yoga e *mindfulness* integrato nel programma scolastico sulla capacità di apprendere le regolarità statistiche del contesto per poter adattare il reclutamento di processi controllo cognitivo e il proprio comportamento alle richieste implicite del compito. Nello specifico, in questo elaborato ci si è focalizzati sulla componente della flessibilità cognitiva e su come essa possa essere influenzata dalle caratteristiche di predicibilità del compito. A tal fine è stato creato un nuovo compito sperimentale di *Task Switch*, previsto all'interno della batteria testistica PACC (*Padua Adaptive Cognitive Control*; Mento et al., in prep.). Rispetto alla versione classica, il compito utilizzato all'interno di questa ricerca è caratterizzato da una manipolazione *list-wide* della proporzione di trial di ripetizione e *switch*. Questo tipo di manipolazione è stato recentemente introdotto in letteratura al fine di misurare in che modo la regolarità statistica della struttura del compito (i.e., in questo caso la proporzione tra trial di ripetizione e *switch*), è in grado di indurre l'interiorizzazione e l'aggiornamento di un modello predittivo interno al fine di gestire in maniera adattiva e flessibile la capacità di controllo cognitivo (Bugg & Crump, 2012). Alla ricerca hanno preso parte 211 bambini a sviluppo tipico che sono stati valutati in due fasi, rispettivamente precedente e successiva all'intervento di 8 settimane di yoga, al fine di verificare la presenza di eventuali variazioni sulle capacità di adattamento cognitivo e comportamentale.

Trattandosi di un compito nuovo e non ancora validato, si sono innanzitutto valutate l'adeguatezza e la sensibilità nel cogliere gli effetti attesi.

Dall'analisi dei risultati relativi all'accuratezza e agli RTs emerge che il compito risulta all'altezza delle capacità cognitive e motorie di bambini di età compresa tra i 4 e i 7 anni. La presenza di punteggi di accuratezza particolarmente elevati (>85%) già nella prima fase di valutazione (t0) e sostanzialmente invariati nella seconda fase di valutazione (t1), suggerisce tuttavia una scarsa sensibilità del compito nel rilevare variazioni nella prestazione in termini di accuratezza, probabilmente dovuto all'effetto "soffitto".

Gli effetti attesi dal compito sono lo *Switch Cost* e l'Effetto Misto: il primo consiste in RTs complessivamente più lenti ai trial di *switch*, che richiedono uno spostamento

flessibile tra due compiti diversi, rispetto ai trial di ripetizione; il secondo consiste in RTs complessivamente più lenti nei blocchi misti, che prevedono lo svolgimento contemporaneo di due compiti, rispetto ai blocchi singoli nei quali è presentato un solo compito. Rispetto all'adeguatezza del *task* nel rilevare l'effetto *Switch Cost*, si sono osservati RTs significativamente più veloci nei trial di ripetizione rispetto ai trial di *switch* in t0, coerentemente con quanto atteso. Tale effetto, tuttavia, non emerge in t1. Un andamento opposto si è osservato relativamente all'Effetto Misto, che emerge in t1 ma non in t0. Nonostante il tipo di trial (*switch* vs ripetizione) e il tipo di blocco (misto vs single) non sembrano aver influenzato in maniera stabile i tempi di reazione dei soggetti, a livello qualitativo i dati risultano in linea con quanto atteso in entrambe le fasi di valutazione.

È possibile ipotizzare che la semplicità di esecuzione del compito suggerita dagli elevati punteggi di accuratezza – soprattutto per i bambini della scuola primaria – abbia influito sulla sensibilità dello stesso nel cogliere tali effetti. In particolare, a causa dell'eccessiva facilità del compito, è possibile che i bambini andassero incontro a un calo dei livelli di attivazione anche sul piano motivazionale durante lo svolgimento della prova. Elemento di criticità che può aver influito sulla semplicità del compito, e quindi sull'emergere degli effetti in questione, riguarda la strutturazione dei trial. In particolare, la presentazione dello stimolo cue (sacchetti colorati o con la forma dell'animale) precedente alla comparsa del target permetteva di prepararsi proattivamente alla selezione della regola secondo cui fornire la risposta, diluendo così i costi derivanti dalla necessità di spostarsi flessibilmente fra due compiti diversi. In altre parole, la modalità di controllo proattivo generata dalla struttura dei trial con la presentazione dello stimolo cue di molto precedente allo stimolo target può aver generato un livello ottimale di flessibilità e preparazione al compito, annullando di fatto il costo di riconfigurazione dell'associazione stimolo risposta.

Al fine di indagare gli effetti dello yoga sulla flessibilità cognitiva adattiva è stato calcolato un indice Delta Effetto Misto Adattivo, sottraendo l'Effetto Misto nel blocco non predittivo (differenza di RTs tra il blocco non predittivo e i blocchi singoli) all'Effetto Misto nel blocco predittivo (differenza di RTs tra il blocco predittivo e i blocchi singoli). Tale indice riflette infatti l'apprendimento delle caratteristiche implicite di regolarità del compito manipolate sperimentalmente attraverso una distribuzione *list-wide* e il conseguente adattamento comportamentale a una proporzione di trial di ripetizione/*switch* di 50/50 (blocco non predittivo) e a una di 75/25 (blocco predittivo)

da un blocco all'altro. In particolare, ci si attende un Effetto Misto maggiore nel blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo e, di conseguenza, valori negativi del Delta Effetto Misto Adattivo. Tuttavia, contrariamente a quanto atteso, nella prima fase di valutazione si sono riscontrati valori positivi e prossimi allo zero di tale indice, che suggeriscono la presenza di un lieve rallentamento nelle risposte al blocco predittivo rispetto al blocco non predittivo.

Allo stesso modo, nella fase di valutazione Post-Yoga è emerso un risultato opposto rispetto a quanto ipotizzato: non si è infatti osservata la riduzione attesa del Delta bensì valori di tale indice simili a quelli ottenuti in t0 per le classi Materna e Seconda Elementare e significativamente maggiori per la classe Prima Elementare.

Questi risultati sono coerenti con quanto emerso dall'indagine qualitativa dell'effetto del tipo di trial all'interno dei diversi blocchi; infatti, si evidenzia un inaspettato rallentamento degli RTs nei trial di ripetizione rispetto a quelli di *switch* all'interno del blocco predittivo in tutte le classi. Un'ipotesi che può plausibilmente spiegare questi risultati controintuitivi riguarda la costruzione da parte dei bambini di un'elevata aspettativa di comparsa di un trial di *switch* in seguito a una prolungata esposizione a trial di ripetizione. Di conseguenza, sarebbero più pronti e rapidi nel rispondere ai trial *switch*. Ulteriore spiegazione possibile chiama in causa la caratteristica di semplicità di esecuzione del compito – già discussa in precedenza - e il calo di motivazione e attivazione che ne consegue. La comparsa di un trial di *switch*, che implica la presentazione di un cue diverso dal precedente, in seguito a una sequenza di trial di ripetizione con cue uguali, configurandosi come elemento di novità, potrebbe aver avuto l'effetto di innalzare temporaneamente i livelli di arousal del bambino rendendolo più pronto e quindi più rapido nel rispondere alla consecutiva comparsa del target.

Complessivamente si evidenziano quindi diversi limiti intrinseci alla struttura stessa del compito che possono aver ostacolato il raggiungimento dei risultati attesi e che vanno considerati nell'interpretazione dei risultati. Si rende dunque necessario un ripensamento della struttura del compito, al fine di renderlo maggiormente sfidante. Inoltre, il fatto che dalla presente ricerca non sia emerso un Effetto Misto Adattivo non significa che i bambini nelle fasce d'età coinvolte non siano in grado di modulare il livello di controllo cognitivo esercitato sulla base di un apprendimento implicito delle caratteristiche del compito. Tale capacità, infatti, è stata documentata già in età prescolare da studi che hanno manipolato *list-wide* la proporzione dei trial di *switch* e di ripetizione (Gonthier et al., 2021). Di conseguenza, è possibile ipotizzare che i

bambini necessitassero di maggiore tempo (e quindi di blocchi più lunghi) per costruire un modello predittivo interno; spiegazione alternativa plausibile è che siano stati effettivamente in grado di interiorizzare e aggiornare tale modello, ma non di adattarvi di conseguenza il comportamento.

Ulteriore ipotesi indagata dalla ricerca riguarda la possibilità che un intervento di Yoga e *Mindfulness* favorisca una migliore capacità di autoregolazione emotivo-comportamentale nei bambini e, di conseguenza, conduca anche a una riduzione dei livelli di distress percepito dalle principali figure adulte di riferimento. Al fine di indagare tali aspetti, sono stati somministrati alcuni questionari a genitori e insegnanti in entrambe le fasi di valutazione. Nello specifico, sono stati utilizzati i questionari *Conners' Rating Scale - Revised* (CRS-R; Conners, 2001), rispettivamente nella versione per genitori e per insegnanti, e *Parenting Stress Index - IV Edition, Short Form* (PSI; Guarino et al., 2016) per i genitori, mentre agli insegnanti è stato richiesto di valutare il livello di distress percepito nello svolgimento dell'attività didattica con ciascuna classe coinvolta nel progetto in una scala da 0 a 10.

Relativamente ai questionari compilati dai genitori emerge, come unico risultato significativo e in linea con quanto atteso, una riduzione dei punteggi alla sottoscala *Ansia* per le bambine della classe Prima Elementare. Tuttavia, l'indagine qualitativa dei punteggi suggerisce un potenziale effetto positivo dell'intervento. Nel complesso, si evidenzia infatti nella seconda fase di valutazione un *trend* in lieve miglioramento rispetto ad alcuni aspetti del funzionamento emotivo e comportamentale dei bambini per come valutati dai genitori (specialmente nelle scale che valutano aspetti legati al perfezionismo, all'ansia e alle relazioni sociali) nonché una lieve riduzione dei livelli di stress genitoriale. In generale, tali miglioramenti si osservano in misura maggiore nelle bambine rispetto ai bambini, e ciò è coerente con evidenze (Kang et al., 2018) che suggeriscono che le femmine traggano maggiore beneficio da programmi di yoga e *mindfulness* rispetto ai maschi. Tuttavia, è necessario sottolineare che solo un numero ridotto di famiglie rispetto a quelle che avevano aderito al progetto (70 su 211) ha portato a termine la compilazione dei questionari in entrambe le fasi di valutazione: per questo motivo, i risultati presentati possono risentire di un *bias* di selezione legato al fatto che i genitori che hanno completato i questionari in entrambe le fasi possano essere stati maggiormente motivati a investire tempo e risorse sul progetto.

Per quanto riguarda i questionari compilati dagli insegnanti, gli unici risultati significativi ottenuti mostrano un andamento opposto rispetto a quanto atteso e riguardano un

aumento significativo dei punteggi alle sottoscale *Disattenzione* e *Perfezionismo* per la classe Prima Elementare. Da un'indagine qualitativa dei dati relativi alle scale CSR-R, emerge un complessivo miglioramento dei punteggi riportati dalle insegnanti della scuola dell'infanzia, e un *trend* di peggioramento degli stessi per le insegnanti della scuola primaria, contrariamente a quanto atteso. Rispetto ai livelli di stress percepiti dagli insegnanti, si osserva una lieve riduzione dei punteggi per le classi Materna e Prima Elementare mentre emerge un andamento in leggero aumento per gli insegnanti della classe Seconda Elementare. Tali risultati possono essere ricondotti alla presenza di fattori stressanti esterni, indipendenti dall'intervento proposto.

In generale, nel valutare l'efficacia dell'intervento è necessario considerare l'inevitabile impatto della situazione pandemica da Covid-19 sulla strutturazione della ricerca e sullo svolgimento del progetto stesso. Da un lato, a causa dell'aumento dei casi di contagio e delle conseguenti situazioni di isolamento, non è stato possibile rispettare i tempi inizialmente previsti per la seconda fase di valutazione, che si è svolta infatti circa 3 mesi dopo la conclusione dell'intervento. Durante tale periodo di tempo intercorso potrebbero essere intervenute situazioni di vita particolarmente stressanti (tra cui eventi legati alla situazione pandemica stessa), e ciò potrebbe aver impedito l'osservazione degli effetti diretti dello yoga. Dall'altro lato, la necessità di rispettare alcune misure preventive (ad esempio, il distanziamento), ha limitato le tipologie di attività che potevano essere svolte durante le lezioni di yoga: ad esempio, non si sono potute proporre attività di contatto, di coppia e di animazione, che si configurano come stimolazioni particolarmente importanti in età evolutiva.

Ulteriori elementi di criticità da considerare riguardano alcuni aspetti logistici e organizzativi dell'intervento Yoga. Un primo aspetto riguarda gli spazi dedicati alle lezioni che si sono rivelati, nel caso della scuola primaria, eccessivamente dispersivi; tuttavia, la scelta degli ambienti è stata vincolata dalle esigenze e dalle disponibilità della scuola stessa. Un secondo elemento di potenziale limite riguarda il ridotto numero totale di incontri. Tali criticità sono state evidenziate anche dagli insegnanti della scuola primaria che hanno avanzato alcuni suggerimenti utili per migliorare la proposta in futuro, tra cui dedicare alle attività spazi più raccolti e contenitivi, svolgere la lezione in piccoli gruppi anziché con tutta la classe e rendere l'intervento più intensivo.

Gli aspetti presentati si configurano come importanti limiti della presente ricerca-intervento, a cui si aggiunge l'assenza di un gruppo di controllo con cui confrontare i risultati ottenuti al compito e ai questionari.

Complessivamente, quindi, non è possibile trarre conclusioni definitive sull'efficacia dell'intervento a causa dei limiti metodologici della ricerca, ma se ne possono trarre alcune considerazioni positive. Innanzitutto, il progetto Yoga è stato accolto favorevolmente dai bambini, che si sono coinvolti e appassionati alle attività proposte, nonché dai genitori, come dimostrato dalle valutazioni positive al questionario finale sul gradimento del progetto (si veda *Appendice – Tabella 6*). Inoltre, al netto dei limiti interpretativi discussi, i punteggi ottenuti ai questionari suggeriscono un potenziale effetto positivo dello yoga, che dovrà essere confermato in futuro confrontando i risultati con quelli ottenuti da un gruppo di controllo.

Si può quindi concludere che il presente studio costituisce un utile punto di partenza per future ricerche che si prefiggano di indagare gli effetti dello Yoga associato a *Mindfulness* sugli aspetti impliciti e adattivi del controllo cognitivo, che costituiscono l'elemento innovativo di questo studio. È auspicabile che le ricerche future si occupino di apportare miglioramenti agli aspetti metodologici e strumentali sulla base delle criticità evidenziate dal presente studio, così come agli aspetti organizzativi del progetto al fine di garantire ai bambini una proposta ottimale.

## Bibliografia

- Abrahamse, E., Braem, S., Notebaert, W., & Verguts, T. (2016). Grounding cognitive control in associative learning. *Psychological Bulletin*, *142*(7), 693–728.  
<https://doi.org/10.1037/bul0000047>
- Aleksić Veljković, A., Katanić, B., & Masanovic, B. (2021). Effects of a 12-Weeks Yoga Intervention on Motor and Cognitive Abilities of Preschool Children. *Frontiers in Pediatrics*, *9*, 799226. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.799226>
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, *255*(5044), 556–559.  
<https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function: Development of Executive Functions. *Child Development*, *81*(6), 1641–1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>
- Blair, C., & Dennis, T. (2010). An optimal balance: The integration of emotion and cognition in context. In *Child development at the intersection of emotion and cognition* (pagg. 17–35). American Psychological Association.  
<https://doi.org/10.1037/12059-002>
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, *108*(3), 624–652. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.108.3.624>
- Braem, S. (2017). Conditioning task switching behavior. *Cognition*, *166*, 272–276.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.05.037>
- Braem, S., Bugg, J. M., Schmidt, J. R., Crump, M. J. C., Weissman, D. H., Notebaert, W., & Egner, T. (2019). Measuring Adaptive Control in Conflict Tasks. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*(9), 769–783.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.07.002>
- Braem, S., & Egner, T. (2018). Getting a Grip on Cognitive Flexibility. *Current Directions in Psychological Science*, *27*(6), 470–476.  
<https://doi.org/10.1177/0963721418787475>
- Braver, T. S. (2012). The variable nature of cognitive control: A dual mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(2), 106–113.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>
- Bugg, J. M., & Crump, M. J. C. (2012). In Support of a Distinction between Voluntary and Stimulus-Driven Control: A Review of the Literature on Proportion

- Congruent Effects. *Frontiers in Psychology*, 3.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00367>
- Chevalier, N. (2015). The Development of Executive Function: Toward More Optimal Coordination of Control With Age. *Child Development Perspectives*, 9(4), 239–244. <https://doi.org/10.1111/cdep.12138>
- Chevalier, N., Martis, S. B., Curran, T., & Munakata, Y. (2015). Metacognitive Processes in Executive Control Development: The Case of Reactive and Proactive Control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(6), 1125–1136. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00782](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00782)
- Chiu, Y.-C., & Egner, T. (2017). Cueing cognitive flexibility: Item-specific learning of switch readiness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(12), 1950–1960. <https://doi.org/10.1037/xhp0000420>
- Chiu, Y.-C., & Egner, T. (2019). Cortical and subcortical contributions to context-control learning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 99, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.01.019>
- Conners, C. K. (2001). *Conners' Rating Scales--revised: CRS-R*. North Tonawanda, NJ: Multi-Health Systems.
- Crone, E. A., Bunge, S. A., van der Molen, M. W., & Ridderinkhof, K. R. (2006). Switching between tasks and responses: A developmental study. *Developmental Science*, 9(3), 278–287. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00490.x>
- Crump, M. J. C., & Logan, G. D. (2010). Contextual control over task-set retrieval. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72(8), 2047–2053. <https://doi.org/10.3758/BF03196681>
- Diamond, A. (2006). The Early Development of Executive Functions. In *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pagg. 70–95). <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335–341. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions Shown to Aid Executive Function Development in Children 4 to 12 Years Old. *Science*, 333(6045), 959–964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Dibbets, P., & Jolles, J. (2006). The Switch Task for Children: Measuring mental flexibility in young children. *Cognitive Development*, 21(1), 60–71. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2005.09.004>
- Flook, L., Smalley, S. L., Kitil, M. J., Galla, B. M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., Ishijima, E., & Kasari, C. (2010). Effects of Mindful Awareness Practices on Executive Functions in Elementary School Children. *Journal of Applied School Psychology*, 26(1), 70–95. <https://doi.org/10.1080/15377900903379125>
- Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72–89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). TEST REVIEW Behavior Rating Inventory of Executive Function. *Child Neuropsychology*, 6(3), 235–238. <https://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>
- Gonthier, C., Ambrosi, S., & Blaye, A. (2021). Learning-based before intentional cognitive control: Developmental evidence for a dissociation between implicit and explicit control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47(10), 1660–1685. <https://doi.org/10.1037/xlm0001005>
- Grant, D. A., & Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404–411. <https://doi.org/10.1037/h0059831>
- Guarino, A., Laghi, F., Serantoni, G., Di Blasio, P., Camisasca, E. (2016) Parenting Stress Index – Fourth Edition (PSI-4), Giunti O.S., FIRENZE -- ITA [<http://hdl.handle.net/10807/96058>]

- Kang, Y., Rahrig, H., Eichel, K., Niles, H. F., Rocha, T., Lepp, N. E., Gold, J., & Britton, W. B. (2018). Gender differences in response to a school-based mindfulness training intervention for early adolescents. *Journal of School Psychology, 68*, 163–176. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2018.03.004>
- Karmiloff-Smith, A., Casey, B. J., Massand, E., Tomalski, P., & Thomas, M. S. C. (2014). Environmental and Genetic Influences on Neurocognitive Development: The Importance of Multiple Methodologies and Time-Dependent Intervention. *Clinical Psychological Science, 2*(5), 628–637. <https://doi.org/10.1177/2167702614521188>
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. H. (2013). Developmental Changes in Executive Functioning. *Child Development, 84*(6), 1933–1953. <https://doi.org/10.1111/cdev.12096>
- Mak, C., Whittingham, K., Cunnington, R., & Boyd, R. N. (2018). Efficacy of Mindfulness-Based Interventions for Attention and Executive Function in Children and Adolescents—A Systematic Review. *Mindfulness, 9*(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s12671-017-0770-6>
- Mento, G., & Granzio, U. (2020). The developing predictive brain: How implicit temporal expectancy induced by local and global prediction shapes action preparation across development. *Developmental Science, 23*(6).
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of Gratification in Children. *Science, 244*(4907), 933–938.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science, 21*(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>

- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 134–140.  
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Munakata, Y. (2001). Graded representations in behavioral dissociations. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(7), 309–315. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01682-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01682-X)
- Munakata, Y., Snyder, H. R., & Chatham, C. H. (2012). Developing Cognitive Control: Three Key Transitions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 71–77. <https://doi.org/10.1177/0963721412436807>
- Nanthakumar, C. (2018). The benefits of yoga in children. *Journal of Integrative Medicine*, 16(1), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.joim.2017.12.008>
- Niebaum, J. C., Chevalier, N., Guild, R. M., & Munakata, Y. (2021). Developing adaptive control: Age-related differences in task choices and awareness of proactive and reactive control demands. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 21(3), 561–572. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00832-2>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to Action. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. Shapiro (A c. Di), *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory Volume 4* (pagg. 1–18). Springer US.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1)
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13(1), 25–42.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Raven, J. C., & Court, J. H. (1938). *Raven's progressive matrices*. Western Psychological Services Los Angeles, CA.
- Razza, R. A., Bergen-Cico, D., & Raymond, K. (2015). Enhancing Preschoolers' Self-Regulation Via Mindful Yoga. *Journal of Child and Family Studies*, 24(2), 372–385. <https://doi.org/10.1007/s10826-013-9847-6>
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(2), 207–231. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207>
- Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A Model of the Development of Frontal Lobe Functioning: Findings From a Meta-Analysis. *Applied Neuropsychology*, 12(4), 190–201. [https://doi.org/10.1207/s15324826an1204\\_2](https://doi.org/10.1207/s15324826an1204_2)

- Rubin, O., & Meiran, N. (2005). On the origins of the task mixing cost in the cuing task-switching paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *31*(6), 1477–1491. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.6.1477>
- Ruffini, C., Marzocchi, G. M., & Pecini, C. (2021). *Preschool Executive Functioning and Child Behavior: Association with Learning Prerequisites?* 18.
- Schmidt, J. R. (2019). Evidence against conflict monitoring and adaptation: An updated review. *Psychonomic Bulletin & Review*, *26*(3), 753–771. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1520-z>
- Siqi-Liu, A., & Egner, T. (2020). Contextual Adaptation of Cognitive Flexibility is driven by Task- and Item-Level Learning. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *20*(4), 757–782. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00801-9>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Stueck, M., & Gloeckner, N. (2005). Yoga for children in the mirror of the science: Working spectrum and practice fields of the training of relaxation with elements of yoga for children. *Early Child Development and Care*, *175*(4), 371–377. <https://doi.org/10.1080/0300443042000230537>
- Teper, R., Segal, Z. V., & Inzlicht, M. (2013). Inside the Mindful Mind: How Mindfulness Enhances Emotion Regulation Through Improvements in Executive Control. *Current Directions in Psychological Science*, *22*(6), 449–454. <https://doi.org/10.1177/0963721413495869>
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, *1*(1), 297–301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>
- Zelazo, P. D., & Lyons, K. E. (2012). The Potential Benefits of Mindfulness Training in Early Childhood: A Developmental Social Cognitive Neuroscience Perspective. *Child Development Perspectives*, *6*(2), 154–160. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00241.x>
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive Function in Typical and Atypical Development. In U. Goswami (A c. Di), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pagg. 445–469). Blackwell Publishers Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470996652.ch20>

## Appendice

Tabella 2 – Medie e deviazioni standard dei punteggi alle sottoscale del questionario *Conners' Rating Scale - Revised* (CRS-R) versione per genitori, relative rispettivamente alla classe Materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c). In grassetto sono riportati i valori dei punteggi per i quali è emersa a livello qualitativo una riduzione tra t0 e t1.

Tabella 2a

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post-Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	<b>7.1 (3.7)</b>	<b>6.5 (4.8)</b>
DISATTENZIONE	<b>4.5 (3.4)</b>	<b>4.3 (3.2)</b>
IPERATTIVITÀ	4.9 (5.8)	5.6 (6)
ANSIA/TIMIDEZZA	7.2 (4.8)	7.2 (4.4)
PERFEZIONISMO	<b>4.3 (2.0)</b>	<b>3.1 (1.7)</b>
PROBLEMI SOCIALI	<b>1.2 (1.4)</b>	<b>0.7 (0.8)</b>
PROBLEMI PSICOSOMATICI	<b>1.0 (2.3)</b>	<b>0.6 (1.2)</b>

Tabella 2b

Indice	Maschi		Femmine	
	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)
OPPOSITIVITÀ	7.4 (4.2)	7.8 (4.3)	<b>5.6 (3.2)</b>	<b>5.2 (4.1)</b>
DISATTENZIONE	6.5 (7.9)	7.8 (9.2)	5.3 (5.0)	5.4 (4.8)
IPERATTIVITÀ	4.8 (4.5)	6.2 (6.1)	3.9 (4.1)	4.0 (3.9)
ANSIA/TIMIDEZZA	3.3 (3.4)	4.6 (3.8)	<b>6.4 (3.8)</b>	<b>4.7 (3.1)</b>
PERFEZIONISMO	2.5 (2.6)	3.4 (3.1)	<b>3.1 (2.1)</b>	<b>2.9 (1.8)</b>
PROBLEMI SOCIALI	0.6 (0.9)	1.4 (1.9)	0.9 (0.9)	1.0 (1.4)
PROBLEMI PSICOSOMATICI	<b>0.6 (1.5)</b>	<b>0.3 (0.9)</b>	<b>0.7 (1.1)</b>	<b>0.5 (1.0)</b>

Tabella 2c

Indice	Maschi		Femmine	
	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)	Pre- Yoga Media (DS)	Post-Yoga Media (DS)
OPPOSITIVITÀ	4.5 (2.8)	5.6 (4.7)	<b>6.7 (6.4)</b>	<b>6.5 (5.5)</b>
DISATTENZIONE	5.8 (3.6)	7.5 (5.3)	<b>6.1 (6.2)</b>	<b>5.7 (5.6)</b>
IPERATTIVITÀ	<b>4.9 (4.3)</b>	<b>4.8 (3.7)</b>	4.1 (5.3)	4.5 (5.2)
ANSIA/TIMIDEZZA	<b>3.0 (2.1)</b>	<b>2.6 (2.4)</b>	<b>4.8 (3.5)</b>	<b>4.6 (3.2)</b>
PERFEZIONISMO	1.8 (1.7)	1.9 (2.1)	<b>4.3 (4.1)</b>	<b>2.5 (3.2)</b>
PROBLEMI SOCIALI	1.0 (2.9)	1.1 (1.6)	<b>1.8 (4.4)</b>	<b>1.4 (2.4)</b>
PROBLEMI PSICOSOMATICI	<b>0.3 (0.7)</b>	<b>0.2 (0.6)</b>	<b>0.2 (0.4)</b>	<b>0.1 (0.3)</b>

Tabella 3 – Medie e deviazioni standard dei punteggi alle sottoscale del questionario *Parenting Stress Index - IV Edition, Short Form*, relative rispettivamente alla classe Materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c). In grassetto sono riportati i valori dei punteggi per i quali è emersa a livello qualitativo una riduzione tra t0 e t1.

Tabella 3a

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	<b>29.8 (6.2)</b>	<b>27.6 (6.3)</b>
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	<b>19.6 (5.9)</b>	<b>18.7 (3.6)</b>
BAMBINO DIFFICILE	<b>25.9 (4.4)</b>	<b>23.5 (4.9)</b>
STRESS TOTALE	<b>75.3 (14.1)</b>	<b>69.8 (11.4)</b>

Tabella 3b

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	26.5 (7.7)	27.7 (8.8)
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	20.0 (5.7)	20.2 (5.4)
BAMBINO DIFFICILE	24.1 (7.2)	25.5 (7.6)
STRESS TOTALE	70.6 (17.8)	73.4 (19.2)

Tabella 3c

Indice	Pre-Yoga Media (DS)	Post- Yoga Media (DS)
DISTRESS GENITORIALE	25.3 (7.3)	25.5 (9.1)
INTRAZIONE GENITORE-BAMBINO DISFUNZIONALE	<b>19.8 (4.8)</b>	<b>18.8 (6.0)</b>
BAMBINO DIFFICILE	<b>25.4 (6.1)</b>	<b>23.8 (7.4)</b>
STRESS TOTALE	<b>70.5 (15.2)</b>	<b>68.0 (19.3)</b>

Tabella 4 – Medie e deviazioni standard dei punteggi alle sottoscale del questionario *Conners' Rating Scale - Revised* (CRS-R) versione per insegnanti, relative rispettivamente alla classe Materna (a), Prima Elementare (b) e Seconda Elementare (c). In grassetto sono riportati i valori dei punteggi per i quali è emersa a livello qualitativo una riduzione tra t0 e t1.

Tabella 4a

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	<b>9 (2.4)</b>	<b>6.3 (4.6)</b>
DISATTENZIONE	<b>13.3 (3.6)</b>	<b>10.3 (7.5)</b>
IPERATTIVITÀ	<b>15 (3.7)</b>	<b>12 (9.1)</b>
ANSIA/TIMIDEZZA	<b>12.3 (1.5)</b>	<b>7 (5)</b>
PERFEZIONISMO	<b>6 (3.7)</b>	<b>5.3 (5.1)</b>
PROBLEMI SOCIALI	4 (3.4)	4.3 (2.9)

Tabella 4b

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	6.2 (7)	8.2 (4.8)
PROBLEMI COGNITIVI / DISATTENZIONE	5.2 (4.1)	12.8 (2.2)
IPERATTIVITÀ	9.2 (7.6)	10.4 (4.9)
ANSIA/TIMIDEZZA	4.6 (2.9)	6.4 (3)
PERFEZIONISMO	1.6 (1.7)	5.2 (4)
PROBLEMI SOCIALI	1 (1.7)	3.6 (3.9)

Tabella 4c

Indice	Pre-Yoga Media (deviazione standard)	Post- Yoga Media (deviazione standard)
OPPOSITIVITÀ	11.5 (0.6)	12 (2.4)
PROBLEMI COGNITIVI	<b>17.8 (2.4)</b>	<b>16.3 (0.5)</b>
IPERATTIVITÀ	13.3 (2.2)	13.8 (6.1)
ANSIA/TIMIDEZZA	9.8 (1.3)	11.3 (3.2)
PERFEZIONISMO	7.8 (4.6)	9 (6.1)
PROBLEMI SOCIALI	2.8 (3.6)	6.8 (3)

Tabella 5 – Punteggio medio riportato dagli insegnanti relativamente al livello di stress percepito nello svolgimento dell'attività didattica in ciascuna classe coinvolta nel progetto. In grassetto sono riportati i valori dei punteggi per i quali è emersa a livello qualitativo una riduzione tra t0 e t1.

<b>Classe</b>	<b>Pre-Yoga Stress Totale (max 10)</b>	<b>Post- Yoga Stress Totale (max 10)</b>
Materna	4.9 /10	4.6 /10
Prima Elementare	<b>4.9 /10</b>	<b>2.4 /10</b>
Seconda Elementare	4.3 /10	4.9 /10

Tabella 6 – Valutazioni sul gradimento del progetto da parte dei genitori

	<b>Materna (n = 13) Media (min-max)/10</b>	<b>Prima Elementare (n = 44) Media (min-max)/10</b>	<b>Seconda Elementare (n = 27) Media (min-max)/10</b>
GENITORI	9.1 (6-10) /10	8.6 (5-10) /10	8.7 (5-10) /10

# Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento è rivolto innanzitutto ai bambini che hanno preso parte con entusiasmo allo studio e alle loro famiglie, senza cui la ricerca non sarebbe stata possibile. Si ringrazia la dirigente scolastica e gli insegnanti dell'Istituto Comprensivo Statale "G. Santini" di Noventa Padovana (PD) per la loro preziosa disponibilità e collaborazione allo studio.

Un doveroso ringraziamento va al Dott. Michele Guidi, alla Dott.ssa Francesca Incagli e al Dott. Luca Sbernini della cooperativa "Progetto Insieme", per aver gestito con competenza e sensibilità gli incontri di Yoga con i bambini.

Vorrei esprimere la mia riconoscenza al Professor Giovanni Mento, referente e coordinatore della ricerca, per aver curato con passione e professionalità la realizzazione del progetto e per la disponibilità e fiducia concessami.

Tengo poi a ringraziare di cuore la Dott.ssa Lisa Toffoli, per l'instancabile supporto fornitomi, con attenzione, pazienza e dedizione, nella stesura della presente tesi.

Infine, un ringraziamento personale va a Vittoria Del Panta, Giulia Gagliardi, Giulia Manca e Martina Rizzuti, amiche e colleghe, per le preziose occasioni di confronto, per il loro costante e rassicurante sostegno, e per aver condiviso e reso più ricco il percorso di realizzazione del progetto.