



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di Laurea Triennale in Psicologia dello Sviluppo, della Personalità e delle
Relazioni Interpersonali

Tesi di Laurea Triennale

del livello socio-economico sulle abilità di coding e sul funzionamento esecutivo

A computational thinking training for first grades: socio-economic status effects on
coding and executive functioning skills

Relatrice: Prof.ssa Barbara Arfè

Correlatrice: Dott.ssa Chiara Montuori

Laureanda: Laura Avanzini

Matricola: 1220675

Anno Accademico 2021/2022

Indice

| | |
|---|-----------|
| INTRODUZIONE | 4 |
| CAPITOLO 1: LE FUNZIONI ESECUTIVE | 5 |
| 1.1. COSA SONO LE FUNZIONI ESECUTIVE | 5 |
| 1.2. QUALI SONO LE FUNZIONI ESECUTIVE | 6 |
| 1.2.1. <i>Le funzioni esecutive di base: inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva</i> | 6 |
| 1.3. <i>Le funzioni cognitive più complesse: pianificazione, e problem solving</i> | 8 |
| 1.4. MODELLI DI DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI ESECUTIVE | 8 |
| 1.4.1. <i>Modelli unitari</i> | 9 |
| 1.4.2. <i>Modelli frazionati</i> | 10 |
| 1.4.3. <i>Modelli sequenziali</i> | 11 |
| 1.4.4. <i>Modello multicomponentiale</i> | 13 |
| 1.5. LE TRAIETTORIE DELLO SVILUPPO DELLE FUNZIONI ESECUTIVE | 13 |
| 1.5.1. <i>Il periodo neonatale</i> | 13 |
| 1.5.2. <i>Il periodo prescolare</i> | 14 |
| 1.5.3. <i>Il periodo scolare</i> | 15 |
| 1.5.4. <i>Adolescenza</i> | 16 |
| 1.5.5. <i>Età adulta e anzianità</i> | 16 |
| 1.6. LO SVILUPPO DELLE FUNZIONI ESECUTIVE IN RELAZIONE AL SES | 17 |
| CAPITOLO 2: IL PENSIERO COMPUTAZIONALE | 20 |
| 2.1. COSA È IL PENSIERO COMPUTAZIONALE | 20 |
| 2.2. CARATTERISTICHE PECULIARI DEL PENSIERO COMPUTAZIONALE..... | 21 |
| 2.3. IMPORTANZA DEL PENSIERO COMPUTAZIONALE A SCUOLA | 23 |
| 2.4. STRUMENTI PER ALLENARE IL PENSIERO COMPUTAZIONALE | 25 |
| 2.4.1. <i>Attività unplugged</i> | 25 |
| 2.4.2. <i>Coding tangibile</i> | 26 |
| 2.4.3. <i>Coding virtuale</i> | 27 |
| 2.5. LA RELAZIONE TRA PENSIERO COMPUTAZIONALE E FUNZIONI ESECUTIVE | 29 |
| CAPITOLO 3: LA RICERCA | 30 |
| 3.1. OBIETTIVI | 30 |
| 3.2. PARTECIPANTI | 31 |
| 3.3. CONSENSO INFORMATO E QUESTIONARIO SU STATUS SOCIO-ECONOMICO E ABITUDINI DIGITALI | 32 |
| 3.4. STRUMENTI..... | 33 |
| 3.5. PROCEDURA..... | 39 |
| CAPITOLO 4: RISULTATI | 42 |
| 4.1. ANALISI DEGLI EFFETTI DELL INTERVENTO..... | 47 |
| DISCUSSIONE | 61 |
| CONCLUSIONI | 64 |
| BIBLIOGRAFIA | 67 |
| RINGRAZIAMENTI | 75 |

Introduzione

Il Pensiero Computazionale (PC) è il processo di pensiero che consente di analizzare e

scuole del PC e della programmazione (*coding*) si è dimostrata particolarmente interessante alla luce dei risultati emersi rispetto alla relazione tra pensiero computazionale e alcune funzioni esecutive (FE): recenti studi hanno dimostrato un

abilità di PC, in alunni di prima primaria. Sappiamo anche che un fattore ambientale come un basso status socio-economico (SES) è associato a minori capacità di FE e ai risultati scolastici in scienza, tecnologia, ingegneria e matematica, collettivamente note come STEM.

di programmazione, misurata come apprendimento delle abilità di coding e potenziamento delle FE, sia associata al SES. Allo studio hanno partecipato 34 bambini di prima primaria a medio-alto SES, assegnati in modo casuale alla condizione sperimentale (13) e alla condizione di controllo (21) e 40 bambini di prima primaria a

condizione di controllo (23). Il training ha comportato otto ore di attività di codifica

code.org. Prima del ciclo di lezioni di coding (training) e al termine dello stesso, agli alunni sono state somministrate prove per verificare le capacità di coding, prove -II) e una prova di pianificazione (Torre di Londra, ToL).

La seguente tesi riporta e discute i risultati ottenuti in questo studio.

Capitolo 1: Le funzioni esecutive

1.1. Cosa sono le funzioni esecutive

ricercatori e psicologi impegnati in ambito evolutivo, soprattutto in virtù delle rilevanti ripercussioni che queste abilità cognitive hanno in molti ambiti della vita quotidiana di bambini e adolescenti.

Dare una definizione univoca di che cosa siano risulta, pertanto, particolarmente complesso e forse riduttivo rispetto alla molteplicità di teorie che le hanno analizzate.

cognitivi di ordine superiore deputati al controllo e alla pianificazione del comportamento, permettono ad un individuo di pianificare e attuare progetti finalizzati al raggiungimento di un obiettivo, ma anche di monitorare e modificare il proprio comportamento in caso di necessità (Barkley, 2012).

Le FE vengono anche denominate da alcuni autori funzioni frontali, con riferimento alla loro localizzazione cerebrale sulla corteccia cerebrale prefrontale e sono inoltre qualificate con i termini controllo esecutivo, controllo cognitivo o controllo frontale (Diamond, 2013, pag. 136).

Queste abilità cognitive

che consentono un approccio di tipo adattivo a circostanze non familiari (Gilbert & Burgess, 2008).

Si tratta

obiettivo prefissato (Anderson, 1998) e per controllare volontariamente i propri pensieri e azioni (Zelazo & Müller, 2002).

Le FE sono un requisito base indispensabile per poter fornire risposte flessibili, affrontare situazioni nuove e mettere in atto comportamenti consoni al contesto e alle richieste ambientali (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Inoltre, le funzioni frontali rendono possibile organizzare mentalmente le proprie idee, pensare prima di mettere in atto un'azione, resistere alle tentazioni e mantenere attenzione sostenuta su un compito (Diamond, 2013).

1.2. Quali sono le funzioni esecutive

Oltre alle numerose definizioni di funzioni esecutive presenti in letteratura, disponiamo di molta letteratura relativa alla loro suddivisione.

Una prima distinzione può essere effettuata tra FE calde e FE fredde (Zelazo & Müller, 2002). Le FE calde sono funzionali al controllo di risposte fisiologiche automatiche, basate su sistemi di gratificazione e ricompensa, che comprendono un coinvolgimento emotivo. Le FE fredde, invece, sono prive di coinvolgimento emotivo: sono funzionali a processi cognitivi di ordine superiore implicati in attività astratte e decontestualizzate (Zelazo & Müller, 2002).

Una seconda distinzione è quella proposta da Diamond, che distingue funzioni esecutive di base e funzioni cognitive più complesse (Diamond, 2013).

1.2.1. Le funzioni esecutive di base: inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva

La letteratura scientifica sembra concordare nel riconoscere tre FE di base: inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva (Lehto et al., 2003; Miyake et al., 2000).

Queste sono state definite come le tre principali componenti del nucleo delle funzioni esecutive ed è stato dimostrato che tutte contribuiscono, sebbene in modo differente, alla qualità delle prestazioni in compiti esecutivi complessi (Miyake et al., 2000).

Queste tre funzioni sono pilastri portanti dello sviluppo di funzioni cognitive più complesse, quali ragionamento, problem solving e pianificazione (Collins & Koechlin, 2012), che vedremo più nel dettaglio nel prossimo paragrafo.

La prima funzione esecutiva di base è l'inibizione. Questa si riferisce alla capacità di controllare processi attentivi, reazioni comportamentali, pensieri ed emozioni (Diamond, 2013). Consiste quindi nella capacità di inibire gli impulsi automatici, a favore di reazioni controllate e adeguate al contesto (Diamond, 2013).

La capacità di inibizione può essere suddivisa in tre sottocategorie:

inibizione esecutiva: consiste nella capacità di interrompere in modo volontario un pensiero o una risposta di tipo motorio;

inibizione motivazionale: consiste nella capacità di interrompere un comportamento inappropriato rispetto a una situazione (nuova o nella quale è previsto un sistema di punizioni e ricompense);

inibizione automatica: consiste nella capacità di ignorare stimoli inaspettati, irrilevanti o conflittuali rispetto alla situazione, mantenendo la concentrazione sugli stimoli rilevanti (Nigg, 2000).

La seconda FE di base è la memoria di lavoro, o *Working Memory* (WM): questa consiste nella capacità di mantenere informazioni in memoria e permette di lavorare mentalmente con queste. Consente inoltre di ricordare avvenimenti passati, dare un senso al linguaggio (scritto e parlato), fare calcoli matematici a mente, tradurre istruzioni verbali in azioni concrete, incorporare nuove informazioni con quelle già presenti in memoria, considerare più alternative di fronte ad una scelta, estrapolare principi e regole generali da situazioni e compiti specifici (Baddeley & Hitch, 1994; Diamond, 2013).

Potremmo quindi dire, in poche parole, che la memoria di lavoro consente di manipolare informazioni non più percettivamente presenti (Baddeley & Hitch, 1994).

La memoria di lavoro può essere suddivisa in due tipologie, sulla base dei contenuti che mantiene in memoria (Diamond, 2013):

Memoria di lavoro verbale, che consiste in complesse operazioni cognitive in cui hanno luogo il mantenimento, il recupero, la manipolazione e la trasformazione degli input verbali (Pham & Hasson, 2014). Permette inoltre di estrarre rappresentazioni significative da input verbali presi dal loop fonologico, magazzino di questi ultimi (Dehn, 2011);

Memoria di lavoro visuo-spaziale, che conserva principalmente input visivi e/o spaziali, ma che può anche mantenere al suo interno input di tipo linguistico, ricodificati in forme non verbali o visive (Pham & Hasson, 2014).

La terza, e ultima, FE di base è la flessibilità cognitiva, o *shifting*.

Questa funzione si sviluppa a partire dalle altre due FE di base (memoria di lavoro) e viene a consolidarsi solo più tardi, a livello temporale, di queste ultime (Garon

et al., 2008). Questa capacità cognitiva è un individuo abile a cambiare il proprio punto di vista, riconsiderare le proprie opinioni, essere flessibile rispetto alle richieste, analizzare una situazione sotto diversi punti di vista, spostare velocemente (Diamond, 2013).

1.3. Le funzioni cognitive più complesse: pianificazione, e problem solving

La pianificazione è stata definita da Lezak (1995) come la capacità di identificare una sequenza di fasi intermedie necessarie per risolvere un problema e raggiungere un obiettivo. Risulta quindi necessario a tale abilità saper prevedere le conseguenze di una propria azione e saper disporre mentalmente in sequenza le azioni prima di eseguirle (M. D. Lezak, 1995).

Il problem solving rappresenta quel processo psicologico ed emozionale attraverso il quale la mente si adopera per trovare una soluzione ad un problema o per capovolgere una situazione inizialmente svantaggiosa in una favorevole. Il problem solving svolge un ruolo chiave nei processi decisionali. Questa funzione cognitiva è inoltre un'abilità di pianificazione, infatti non è possibile giungere alla

progettazione delle azioni aumenta infatti la probabilità di commettere errori (Diamond, 2013).

1.4. Modelli di descrizione delle funzioni esecutive

Come accennato nel primo paragrafo, il modello di controllo esecutivo descrive un insieme di processi e abilità cognitive che regolano il nostro comportamento. Si tratta di un termine ampio di cui non esiste una definizione unica; altrettanto vale per la trattazione dei modelli neuropsicologici che le descrivono.

In letteratura disponiamo di numerosi modelli che rappresentano teoricamente il controllo frontale, riconducibili a una di queste tre categorie: modelli unitari, modelli frazionati e modelli sequenziali (Marzocchi & Valagussa, 2011).

1.4.1. Modelli unitari

I modelli unitari, così come lascia intendere il nome, considerano le funzioni esecutive come un unico costrutto (Marzocchi & Valagussa, 2011).

I principali gruppi sono:

Il modello del Sistema Attentivo Superiore (Norman & Shallice, 1986), che sostiene la presenza di un sistema di controllo, detto appunto Sistema Attentivo Superiore (SAS), che rende possibile, oltre a una visione completa sia del mondo esterno che del mondo interno, il processo di selezione gerarchica delle azioni da svolgere

Da ciò deduciamo quindi che il SAS non esercita alcun controllo attentivo diretto sulle operazioni, ma modula il livello di attivazione delle operazioni stesse. È stato ipotizzato che il SAS sia fondamentale nello svolgimento di cinque tipologie di azioni:

- azioni che richiedono di essere pianificate oppure una presa di decisione;
 - azioni che richiedono la correzione di un errore;
 - azioni che prevedono una risposta nuova o non ancora ben consolidata;
 - azioni percepite come pericolose;
- a

(Norman & Shallice, 1986).

Oltre alle circostanze elencate sopra, il SAS risulta indispensabile per far fronte a situazioni problematiche nuove, inibire risposte comportamentali inadeguate e scegliere tra più schemi di azione ugualmente validi (Stuss & Alexander, 2000).

Il modello della Memoria di Lavoro (Baddeley, 1986) ipotizza la presenza di un sistema multi-componenziale (la memoria di lavoro), che assolve funzioni di immagazzinamento e manipolazione di informazioni ed è fondamentale per lo svolgimento di compiti complessi, quali apprendimento e ragionamento. Il sistema della Memoria di Lavoro è un sistema dalle capacità attentive limitate che opera su dati provenienti da due diverse fonti: il taccuino visuo-spaziale, dove risiedono le informazioni circa

caratteristiche visivo-spaziali delle informazioni in entrata, e il loop fonologico, sede delle componenti acustico-verbali di queste ultime.

quindi, integra le informazioni provenienti da queste fonti con quelle già presenti nella Memoria a Lungo Termine (LMT). i questo modello,

aggiunta solo in seguito, è quella del Buffer Episodico: si tratta di un magazzino mnestico dalle capacità limitate, posto

Centrale, che consente di conservare in modo temporaneo e manipolare informazioni registrate con codici multidimensionali.

permette di:

attuare Attenzione Selettiva, ovvero la focalizzazione, durante un compito, sugli stimoli rilevanti, a discapito di quelli irrilevanti che vengono ignorati;

eseguire Attenzione D

maniera simultanea;

mettere in pratica la Flessibilità Cognitiva, attraverso lo spostamento compito;

recuperare temporaneamente informazioni conservate nella MLT (Baddeley, 1986).

1.4.2. Modelli frazionati

modelli frazionati nasce da una critica verso i modelli unitari delle FE: secondo questa visione spiegare abilità complesse come le FE solamente attraverso un unico costrutto è troppo semplicistico (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Questi modelli propongono quindi un dominio delle FE articolato in più componenti, diverse ma interrelate tra loro (Marzocchi & Valagussa, 2011).

In letteratura disponiamo di molti modelli appartenenti a questo gruppo

questo paragrafo ne prenderemo in considerazione solamente due: Il Modello di Lezak (2004) e collaboratori e Il Modello di Miyake e colleghi (2000).

Il Modello di Lezak (2004) ipotizza la presenza di quattro ampi domini: Volizione, Pianificazione, Intenzione ad agire, Azione.

La Volizione si riferisce alla decisione consapevole di mettere in atto indirizzata ad uno scopo nel qui ed ora o nel futuro, che può essere più o meno immediato. Essa richiede, per essere esercitata, capacità di generare obiettivi, motivazione e autoconsapevolezza. La Volizione è la prima fase del modello proposto da Lezak.

In seguito, si passa alla fase della Pianificazione che consiste nel definire una sequenza di azioni che permetteranno il raggiungimento degli obiettivi fissati in precedenza.

A questo punto si può Implementazione del piano formulato attraverso

Intenzione ad agire. Questa componente deve implementare correttamente e in modo costante il piano formulato, ma allo stesso tempo deve essere flessibile ad eventuali cambiamenti Azione, si riferisce

invece alla capacità di monitorare, correggere e regolare il proprio comportamento sulla base di feedback sia esterni che interni (P. of N. P. and N. M. D. Lezak et al., 2004).

Questo modello è attualmente criticato in quanto non considera alcune funzioni importanti, come la memoria di l (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Il Modello di Miyake (2000) definisce le FE dei processi differenziabili ma interrelati che condividono meccanismi e processi sottostanti. Le FE principali individuate sono tre:

Shifting (o flessibilità cognitiva), ovvero la capacità di spostarsi flessibilmente tra diverse tipologie di compiti e tra diversi assetti mentali. Implica la capacità di ignorare stimoli irrilevanti a favore rilevanti per il
compito che si sta svolgendo;

Updating, ovvero la capacità di monitorare e aggiornare le informazioni memoria di lavoro;

Inhibition, ovvero la capacità di sopprimere deliberatamente risposte di tipo automatico, caratterizzate per essere dominanti e preponderanti (Miyake et al., 2000).

1.4.3. Modelli sequenziali

Secondo la linea di pensiero che accomuna i modelli sequenziali, le FE possono essere un processo di risoluzione di
un compito complesso o di un problema (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Il primo modello di questo gruppo che prenderemo in considerazione è il Modello del Problem Solving di Zelazo (2003). Zelazo e i collaboratori hanno analizzato le FE sulla base del loro ruolo nelle quattro fasi che si susseguono nella risoluzione di un problema.

La prima fase è quella della rappresentazione del problema: si tratta della ricostruzione e configurazione dei costrutti coinvolti nel problema.

La seconda fase è quella della pianificazione, che consiste nella formulazione di un piano, composto da azioni scelte ed ordinate in modo da costituire lo schema di azione più ottimale per il compito specifico che si deve affrontare.

, ulteriormente divisa in due sottofasi:

1

1 la traduzione del piano delineato nella fase precedente in azioni concrete.

valutazione. In questa fase si riconsidera ciò che è stato fatto nelle fasi precedenti, si in caso di risposta negativa, si rilevano e correggono gli errori commessi negli altri stadi del processo (Zelazo et al., 2003).

Il secondo modello di questa tipologia che vorrei trattare in questo paragrafo è il Modello di Burgess (2000). Anche in questo caso il modello prevede delle fasi affrontate per la realizzazione di un problema complesso. Le fasi proposte da Burgess e collaboratori sono cinque:

1 il compito;

la pianificazione dei passaggi da seguire;

1 ;

la coerenza tra pianificazione ed esecuzione;

1

correzioni.

A seguito della definizione di questi cinque stadi del processo gli autori hanno individuato i tre processi cognitivi sottostanti alla realizzazione di ciascun passaggio:

la memoria retrospettiva,

rievocazione finale;

la memoria prospettica, cruciale per la fase di pianificazione, per la capacità di seguire le regole (fondamentale per il completamento della quarta fase) e per la flessibilità del compito;
la pianificazione, che, come facilmente intuibile, è requisito base per la pianificazione dei passaggi da seguire (Burgess et al., 2000).

1.4.4. Modello multicomponenziale

Il Modello Multicomponenziale (Diamond, 2013) consiste di più livelli di funzioni esecutive: in un primo livello abbiamo la memoria di lavoro e il controllo inibitorio, descritte nel paragrafo 1.2.1; un secondo livello è rappresentato dalla flessibilità cognitiva che si sviluppa a seguito delle prime due, come abbiamo già visto in precedenza. Infine, abbiamo un terzo livello composto dalle funzioni esecutive di ordine superiore: ragionamento, problem solving e pianificazione, trattate nel paragrafo 1.2.2.

1.5. Le traiettorie dello sviluppo delle funzioni esecutive

Le funzioni esecutive, come abbiamo visto, sono molteplici e caratterizzate da una diversa complessità; si sviluppano quindi nel corso della vita (Marzocchi & Valagussa, 2011).

1.5.1. Il periodo neonatale

In passato si pensava che le FE non si sviluppavano prima dei due anni di vita, anni nei quali il bambino mostrava cambiamenti più evidenti nel linguaggio e nella motricità (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Grazie ai progressi della ricerca invece oggi si ritiene che delle prime capacità riferibili alle FE, sia fredde che calde, si sviluppano prima (Marzocchi & Valagussa, 2011).

In letteratura non disponiamo di molti studi riguardo lo sviluppo delle funzioni esecutive calde; tuttavia, è plausibile supporre che queste si sviluppino prima di quelle fredde.

Alcune osservazioni inoltre hanno evidenziato alcune difficoltà riscontrabili nella regolazione delle funzioni esecutive calde nei primi due anni di vita, facendo particolare riferimento alla difficoltà nel regolare le emozioni, posticipare le ricompense e le gratificazioni, una modalità di rapportarsi al mondo centrata su di sé (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Andando più nello specifico dello sviluppo delle FE calde:

1. a sei mesi il bambino è in grado di distinguere entità animate e inanimate;
2. ;
3. tra i 14 e i 18 mesi impara a seguire attivamente lo sguardo di una persona diretto verso un oggetto (Marzocchi & Valagussa, 2011).

La ricerca condotta da Flavell (1999) ha evidenziato che nel primo anno di vita il bambino sviluppa una rudimentale consapevolezza dello stato mentale altrui e che durante il secondo anno riesce a comprendere alcune semplici emozioni, intenzioni e desideri e delle loro relazioni con il raggiungimento di obiettivi (Flavell, 1999).

Per quanto riguarda invece le FE fredde:

1. a partire dalle 12 settimane il bambino è capace di conservare in memoria la traccia
2. a partire dai 7/8 mesi sono riscontrabili primi segni di utilizzo della memoria di lavoro e del controllo inibitorio (Flavell, 1999; Zelazo et al., 2004).

1.5.2. Il periodo prescolare

Caratteristica peculiare dei bambini durante il periodo prescolare è una spiccata curiosità verso tutto quello che li circonda, facendo riferimento sia al mondo fisico che al mondo sociale (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Anche in questo caso analizziamo distintamente le funzioni esecutive calde e fredde.

Per quanto riguarda le FE fredde i bambini in questa fascia di età migliorano significativamente nelle abilità di controllo inibitorio e nella gestione delle interferenze (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Più nello specifico è riscontrabile:

- lo sviluppo della capacità di generare concetti (Jacques & Zelazo, 2001);
- aumento delle funzioni inibitorie (Diamond & Taylor, 1996);

comparsa del controllo attentivo (Espy et al., 1999);
miglioramento nella flessibilità cognitiva e nella capacità strategica (Luciana & Nelson, 1998);
incremento nella capacità della memoria di lavoro (Marzocchi & Valagussa, 2011);
sviluppo capacità di mettere in atto comportamenti finalizzati ad un obiettivo e capacità di pianificazione (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Per quanto concerne invece le FE calde dalla ricerca emergono i seguenti dati:

miglioramento capacità decisionale in situazioni di gratificazione e punizione;
miglioramenti significativi nella capacità di Teoria della Mente, in particolare rispetto alla formulazione di ipotesi rispetto alle credenze altrui e alla gestione delle false credenze (Marzocchi & Valagussa, 2011).

1.5.3. Il periodo scolastico

Durante il periodo scolastico, così come nelle altre fasi evolutive, il bambino sviluppa e migliora aspetti sia nelle FE calde che in quelle fredde.

Nello specifico nelle FE fredde si rileva:

un livello equiparabile a quello degli adulti nella flessibilità cognitiva tra gli 8 e i 11 anni (Luciana & Nelson, 2002);
un miglioramento, sempre tra gli 8 e i 11 anni, nel controllo inibitorio, nella vigilanza e (Brocki & Bohlin, 2004);
un miglioramento anche nella memoria di lavoro, in termini di capacità ed efficienza, ed una maggiore capacità di resistenza alle interferenze sia esterne che interne (Brocki & Bohlin, 2004);
potenziamento nelle abilità di pianificazione a 12 anni (Luciana & Nelson, 2002);
significativo miglioramento nelle capacità di mettere in atto un comportamento finalizzato ad uno scopo e nel modulare le proprie azioni sulla base di un feedback esterno (Anderson et al., 2001).

Per quanto riguarda il periodo scolastico, le informazioni in merito alle FE calde sono piuttosto limitate; possiamo tuttavia ipotizzare un miglioramento generale nelle capacità riconducibili alla Teoria della Mente (Marzocchi & Valagussa, 2011).

1.5.4. Adolescenza

cognitivo ed esecutivo, ma anche per quanto riguarda le nuove e crescenti richieste poste (Marzocchi & Valagussa, 2011); in questa cornice possiamo osservare un miglioramento nel controllo attenzionale e nella velocità di processamento a partire dai 15 anni (Anderson et al., 2001) oltre al raggiungimento di un livello maturo nelle capacità inibitorie (Luna et al., 2004). Tra i 16 e i 19 anni è stato riscontrato un miglioramento nella memoria di lavoro (Luna et al., 2004), nella pianificazione strategica e nel problem solving (De Luca et al., 2003). Infine decisione in situazioni che prevedono un sistema di ricompense e perdite (Hooper et al., 2004).

1.5.5. Età adulta e anzianità

In età adulta, più precisamente nel periodo tra i 20 e i 29 anni, si assiste, sul versante delle FE fredde, a un livello di funzionamento superiore nelle abilità di problem solving, pianificazione strategica, memoria di lavoro e nella capacità di mettere in atto comportamenti finalizzati ad uno scopo. Relativamente alle FE calde invece riscontriamo il raggiungimento di livelli maturi di abilità decisionali e teoria della mente (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Dopo questo periodo di massimo sviluppo delle FE si assiste ad un graduale deterioramento delle capacità delle FE, anche se i cambiamenti risultano particolarmente evidenti solo dopo gli 80 anni (Marzocchi & Valagussa, 2011).

Nello specifico:

1. dai 30 ai 49 anni ci si trova di fronte a una riduzione delle competenze di immagazzinamento e sequenziazione temporale delle informazioni (De Luca et al., 2003);

2. tra i

mentale, nella pianificazione e nella flessibilità cognitiva (Marzocchi & Valagussa, 2011);

3. dai 64 anni abbiamo una progressiva compromissione delle competenze mnestiche (Marzocchi & Valagussa, 2011);

4. tra i 65 e i 75 anni, facendo riferimento alle FE calde, abbiamo un peggioramento nei processi decisionali in situazioni con un sistema di ricompense e punizioni (Lamar & Resnick, 2004), oltre che evidenti deficit nella teoria della mente (Maylor et al., 2002).

A partire dal paragrafo 1.4. ho descritto in linea generale come progrediscono le traiettorie

adulta e all' . Tuttavia, sappiamo che lo sviluppo del controllo cognitivo non è predefinito ed esente da interferenze, ma è influenzato da diversi fattori, come quelli ambientali, che possono modificare gli esiti evolutivi di pianificazione, inibizione, memoria di lavoro e problem solving. Alcuni fattori ambientali che possono svolgere un ruolo importante nel in maniera significativa lo sviluppo delle funzioni frontali sono istruzione e il reddito dei genitori (Conway et al., 2018), primario (Blums et al., 2017) e lo status socio-economico (SES) (Noble et al., 2005, 2007; Raviv et al., 2004).

1.6. Lo sviluppo delle funzioni esecutive in relazione al SES

Lo status socio-economico (SES) è un indicatore del prestigio sociale misurato tramite il (Blums et al., 2017). Come accennato in precedenza è uno dei fattori ambientali che può influenzare lo sviluppo delle funzioni esecutive. Infatti, la relazione tra SES e funzioni esecutive ha di recente attirato i ricercatori in seguito alla rilevazione di differenze nelle performance esecutive dei bambini, a seconda del livello socio-economico della famiglia (Lawson et al., 2018). Comprendere la natura di questa relazione è importante per almeno tre motivi: la conoscenza di base dello sviluppo umano implica la comprensione delle differenze individuali e la loro associazione con i contesti di sviluppo;

a livello più pratico, le FE predicono alcuni risultati importanti per la vita, come i risultati scolastici (Best et al., 2011), i comportamenti salutari (Williams & Thayer, 2009) e la salute mentale (Rogers et al., 2004). Questi risultati sono a loro volta associati al SES;

infine, questa relazione è rilevante dello sviluppo.

questo fattore potrebbe influenzare i risultati e dovrebbe quindi essere preso in considerazione (Lawson et al., 2018).

Uno studio condotto da Noble (2005) ha dimostrato che variazioni nel SES sono associate a diverse prestazioni in area linguistica, nella cognizione visiva, nelle abilità visuospatiali, nella memoria e nelle funzioni esecutive in bambini dai 2 anni e mezzo ai 5 anni (Noble et al., 2005).

Uno studio longitudinale condotto da Conway e colleghi (2018) ha preso in considerazione bambini a partire dalla prima infanzia fino all'età materna e ha dimostrato che determinare le capacità di flessibilità cognitiva e memoria di lavoro. Lo studio ha evidenziato che la disparità nel livello di istruzione dei genitori è una caratteristica centrale (Conway et al., 2018).

Un altro studio condotto con bambini frequentanti la prima primaria ha dimostrato che il SES influenza lo sviluppo di diversi sistemi cerebrali e delle funzioni cognitive ad essi associate (Noble et al., 2007).

Uno studio longitudinale con partecipanti da 0 a 15 anni ha indagato la relazione tra SES e

Dallo studio è emerso che il ed indirettamente lo sviluppo delle FE e del linguaggio (Blums et al., 2017).

Una meta-analisi condotta da Lawson e colleghi (2014) sulla relazione tra SES e prestazioni nelle funzioni esecutive di 8760 bambini di età compresa tra i 2 e 18 anni ha evidenziato diversi risultati interessanti: innanzitutto il SES è risultato essere correlato in modo statisticamente significativo alle FE, anche se la forza di tale relazione varia notevolmente tra gli studi.

analisi, è emersa una correlazione complessiva di $r=0.16$ tra SES e FE. Per quanto nel complesso gli studi esaminati concordano nel sostenere che la relazione rimanga stabile o indebolirsi (Lawson et al., 2018).

Tuttavia, variazioni del SES familiare sono associate a cambiamenti nelle prestazioni esecutive. Una riduzione del reddito, infatti, può comportare una riduzione concomitante delle abilità di pianificazione e memoria di lavoro (Hackman et al., 2015).

Lipina e colleghi (2005), hanno riscontrato che bambini con basso SES ottengono risultati inferiori rispetto ai bambini con alto SES nei compiti di controllo inibitorio, memoria di lavoro, attenzione esecutiva, flessibilità cognitiva e pianificazione (Lipina et al., 2005). Tra gli 8 e gli 11 anni invece sono state osservate disparità nella memoria di lavoro, nella flessibilità cognitiva legate al SES (Ardila et al., 2005); Evans e Schamberg (2009) hanno inoltre riscontrato che la durata del periodo di povertà vissuta dal bambino nel corso del suo sviluppo era inversamente correlata alla memoria di lavoro a 17 anni, suggerendo quindi possibili effetti cronici della povertà (Evans & Schamberg, 2009).

Tuttavia, è stato identificati i potenziali effetti negativi di un basso livello socio-economico familiare della prima infanzia, infatti, è risultato essere un mediatore significativo di tutte le associazioni SES-FE (Hackman et al., 2015).

Capitolo 2: Il pensiero computazionale

2.1. Cosa è il pensiero computazionale

Il termine pensiero computazionale (PC), inglese *computational thinking*, fu utilizzato già a partire dal 1950. Il primo ad adoperare questa espressione fu il matematico, informatico e pedagogista Seymour Papert della matematica (Evans & Schamberg, 2009).

Tuttavia, il pensiero computazionale divenne popolare a seguito della pubblicazione di un articolo redatto da Janette Wing (2006) che lo descrive come

(Wing, 2006). Il pensiero computazio

fondamentale per la risoluzione di problemi, la progettazione e la comprensione del comportamento umano che può essere messa in atto attingendo ai concetti fondamentali

(Wing, 2006). Il pensiero computazionale consiste inoltre nel riformulare un problema apparentemente difficile in uno che sappiamo risolvere (Wing, 2006).

Successivamente anche altri autori hanno descritto il pensiero computazionale come un processo di pensiero che si applica a situazioni reali e a scenari e specificare i modi mediante i quali un agente che processa informazioni (esecutore) può operare in modo effettivo

(Lodi et al., 2017; Nardelli, 2020). Possiamo inoltre dire che il PC è ciò che rimane nelle persone in termini di competenze ed abilità dopo aver appreso (Nardelli, 2017).

Il pensiero computazionale include le capacità di gestire la complessità di un problema o di affrontare problemi aperti o non ancora formalizzati (Barr et al., 2011; Weintrop et al., 2016).

Il PC può coinvolgere processi di ragionamento deduttivo, induttivo, abduttivo e analogico (Arfé & Vardanega, 2019).

trazione, il *debugging*¹, il *remixing*² e iterazione per risolvere i problemi (Brennan & Resnick, 2012; Ioannidou et al., 2011; Wing, 2008).

Infine il PC è strettamente connesso ad alcuni concetti come la creatività, il pensiero critico e la risoluzione di problemi (Ananiadou & Claro, 2009; Binkley et al., 2012).

2.2. Caratteristiche peculiari del pensiero computazionale

Lodi e colleghi (2017) analizzando diverse definizioni di pensiero computazionale hanno cercato di elencare tutti gli aspetti peculiari e caratteri

Primo tra tutti è che si tratti di un processo mentale volto alla risoluzione di problemi; tutti concordano, inoltre, nello specificare che la formulazione e la soluzione del problema attraverso il PC debbano essere (sia in grado di comprenderle ed eseguirle).

Gli autori hanno proposto quattro categorie che raggruppano gli elementi costitutivi del PC delle definizioni che hanno esaminato:

Processi mentali, ovvero strategie mentali adoperate nella risoluzione di problemi, che includono la capacità di utilizzare:

-il pensiero algoritmico: usare il pensiero algoritmico per progettare una sequenza ordinata di passi (istruzioni) per risolvere un problema, ottenere un risultato o portare a termine un compito;

-pensiero logico: servirsi della logica e del ragionamento per convincersi di qualcosa, stabilire e controllare fatti;

-scomposizione di problemi: dividere un problema complesso in semplici sotto-problemi risolvibili in modo semplice, modularizzare, usare il ragionamento compositivo;

-astrazione: ignorare i dettagli inutili per concentrarsi sulle informazioni rilevanti;

-riconoscimento di pattern: individuazione di regolarità e/o schemi ricorrenti nei dati e/o nei problemi;

¹ La ricerca e la correzione degli errori di funzionamento di un sistema o di un programma.

² Il risultato della modifica di un prodotto mediale attraverso l'aggiunta, la rimozione o il cambiamento di una o più delle sue parti.

-generalizzazione: adoperare le regolarità riconosciute per fare previsioni o risolvere problemi più generali.

Metodi, ovvero gli approcci operativi utilizzati dagli informatici:

-automazione: automatizzazione delle soluzioni, usare un computer o una macchina per eseguire compiti ripetitivi;

-raccolta, analisi e rappresentazione dei dati: raccogliere informazioni e dati, interpretarli trovando schemi ricorrenti, rappresentarli in maniera appropriata, memorizzare, recuperare e aggiornare i dati;

-parallelizzazione: eseguire più compiti in contemporanea per raggiungere un obiettivo comune;

-simulazione: rappresentare dati del mondo reale tramite modelli ed eseguire esperimenti su tali modelli;

-valutazione: esaminare soluzioni ed implementarle per giudicarne la bontà;

-programmazione: capacità di utilizzare alcuni concetti base della programmazione.

Pratiche

- *tinkering* sviluppare un progetto attraverso
-costruisci- , costruendo in modo
incrementale *tinkering* costruire qualcosa
utilizzando un processo per prove ed errori, imparando quindi dagli sbagli e dalla
sperimentazione;

-testare e correggere gli errori (*debug*): provare concretamente le soluzioni per

-Riuso e *remix*: costruire una soluzione utilizzando codici, idee e/o progetti già esistenti.

Competenze trasversali intese come modalità di osservare ed operare nel mondo. Si tratta di competenze utili per la vita favorite dal PC:

-creare: progettare e costruire artefatti, usare la computazione per essere creativi;

-comunicare e collaborare: entrare in contatto con gli altri e lavorare con loro al fine del raggiungimento di un obiettivo comune per creare qualcosa e/o ottenere una soluzione migliore di quella precedente;

-riflettere, imparare, fare meta-cognizione:

gli aspetti computazionali del mondo;

- riuscire a operare con problemi reali, aperti e/o enigmatici;

-perseverare quando si ha a che fare con problemi difficili: essere capaci di lavorare con problemi complessi, essere determinati, resilienti e tenaci (Lodi et al., 2017).

Sono stati individuati cinque processi, comuni tra la risoluzione di problemi e il pensiero computazionale, definiti come:

la riformulazione di un problema in uno risolvibile e familiare;

la ricostruzione di un problema in modo incrementale sulla base di informazioni già possedute;

la decomposizione un problema in sotto-problemi più gestibili;

astrazione e modellazione degli aspetti fondamentali alla base di problemi complessi;

la messa in atto azioni mirate volte alla risoluzione di un problema (Wing, 2006).

2.3. a del pensiero computazionale a scuola

A livello internazionale nei paesi più avanzati si è assistito ad un una progressiva a scuola come disciplina scientifica.

-15. Il programma, tuttavia,

indicandolo come ciò che si ottiene con lo

insegnamento

È urgente non

notare il modo di pensare da chi ha

hanno deciso di de-enfati

sottolineare gli aspetti concettuali della risoluzione dei problemi attraverso un esecutore.

informatica, facendo riferimento a tematiche quali privacy, proprietà intellettuale, educazione, sicurezza ed etica.

nominare mai, materia obbligatoria dal 2015, senza però *Every Student Succeeds Act*, il pensiero computazionale (Nardelli, 2020).

In merito al panorama italiano, la prima volta nella legge 105/2015, dove venne nominato senza però la pretesa di essere equiparato alle altre discipline scolastiche.

È solo nel 2018 che un Comitato Scientifico Nazionale istituito dal MIUR identifica, nazi il PC tra una nuova disciplina (MIUR, 2018).

L e A questo proposito ³ in collaborazione con il MIUR (Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca), a -2015. Il progetto è arrivato a coinvolgere, nel 2019, informatica (Nardelli, 2020).

pensiero computazionale non ha come finalità quella di far apprendere un particolare linguaggio di programmazione, ma di insegnare a ragionare a partire da problemi che prevedono soluzioni computazionali, ovvero elaborazioni algoritmiche fatte di istruzioni eseguibili da terzi, impiegando per esse le procedure sistematiche

³ Il Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica (CINI) costituisce oggi il principale

and Communication Technology (ICT). È costituito da 36 università pubbliche ed è organizzato in Unità operative territoriali e in Sezioni tematiche nazionali che esprimono le competenze nei diversi sub- Il CINI favorisce inoltre la collaborazione tra consorziati ed Università, Istituti di istruzione universitaria, enti di ricerca, industrie e la Pubblica Amministrazione.

Educare al pensiero computazionale significa quindi fornire agli alunni capacità logico-razionali che sono pilastro fondante di qualsiasi attività che richieda un ragionamento critico (Nardelli, 2020).

2.4. Strumenti per allenare il pensiero computazionale

Oggi giorno disponiamo di diversi strumenti che possono essere utilizzati per insegnare il coding nelle scuole primarie (Flórez et al., 2017). Tra questi vi sono le attività unplugged (Metin, 2022), il coding tangibile (Faes, 2021) e il coding virtuale (Arfè et al., 2020).

2.4.1. Attività unplugged

Le attività unplugged, al fine di potenziare le abilità legate al pensiero computazionale, utilizzano oggetti concreti, rendendo così più semplice ai bambini convertire la logica del mondo fisico nella logica di un programma (McNerney, 2004). La maggior parte delle infatti troppo complesse per essere interpretate e comprese dai bambini. Lo stesso computer, nella sua vasta gamma di applicazioni, può rendere estremamente arduo il suo utilizzo agli utenti, soprattutto a quelli più piccoli (Scharf et al., 2008).

Un esempio di come queste attività possono essere proposte agli alunni è rappresentato in **Figura 1**: si tratta di un foglio di codifica di dimensioni 90x90 cm che include la rappresentazione di immagini e ostacoli relativi ad una storia da raccontare e delle frecce della grandezza di 9x9 cm che il bambino dovrà usare per seguire le istruzioni dello sperimentatore (Metin, 2022).

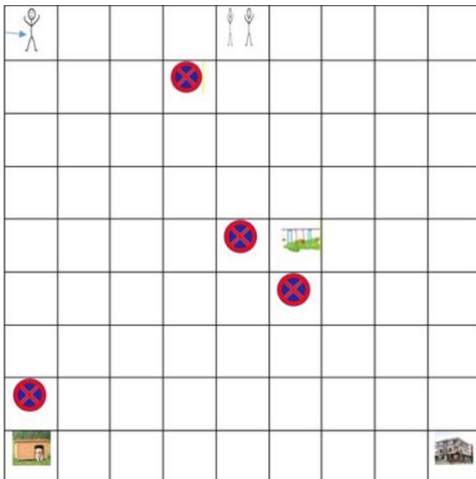


Figura 1: Esempio di attività coding unplugged (Metin, 2022)

2.4.2. Coding tangibile

tutte quelle attività che utilizzano oggetti fisici in interazione con dispositivi digitali linguaggio della programmazione e la manipolazione di oggetti fisici e permette ai di oggetti come, ad esempio, dei cubi (Faes, 2021).

delle possibili applicazioni del coding tangibile; questa espressione si utilizza per indicare un ramo della conoscenza che richiede agli studenti di programmare azioni da far eseguire ai robot, ma anche di progettarli, crearli e assemblarli (Di Lieto et al., 2017).

Queste attività di progettazione, assemblaggio e programmazione di robot vengono applicate attraverso giochi e attività pratiche, come quella mostrata in **Figura 2**: si tratta di un'ape dotata di suoni e luci, particolarmente attraenti agli occhi dei bambini, che può essere programmata in modo da eseguire fino a 40 istruzioni per volta, muovendosi su un tappeto colorato di misure 15x15 cm (Di Lieto et al., 2020).

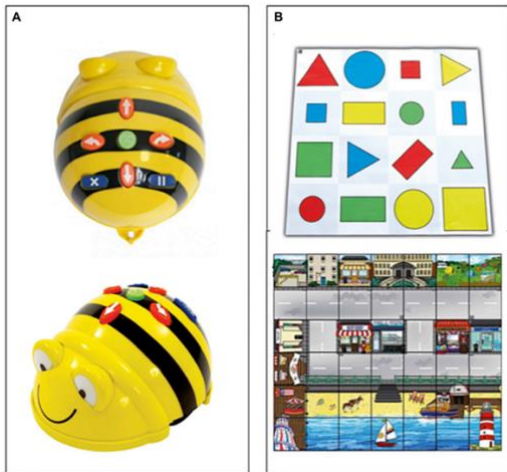


Figura 2: Esempio di attività di educazione robotica: tappeti colorati (Di Lieto et al., 2020).

alcuni esempi di

2.4.3. Coding virtuale

Le attività di coding virtuale si concretizzano in programmi che utilizzano un linguaggio di programmazione visuale (Chao, 2016), come le piattaforme Scratch, che utilizza un approccio non strutturato, e code.org, basato su un approccio strutturato.

Scratch (<https://scratch.mit.edu/>) è un linguaggio di coding sviluppato dal Media Lab del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Consiste in un programma

che include al suo interno videogiochi, newsletter interattive, simulazioni scientifiche, tour virtuali, biglietti d'auguri, concorsi di danza animati e tutorial interattivi. Permette agli utenti che ne fanno uso di programmare e condividere progetti interattivi imparando allo stesso tempo importanti concetti matematici e computazionali, come le abilità di pensare in modo creativo e ragionare in modo sistematico (Resnick et al., 2009).

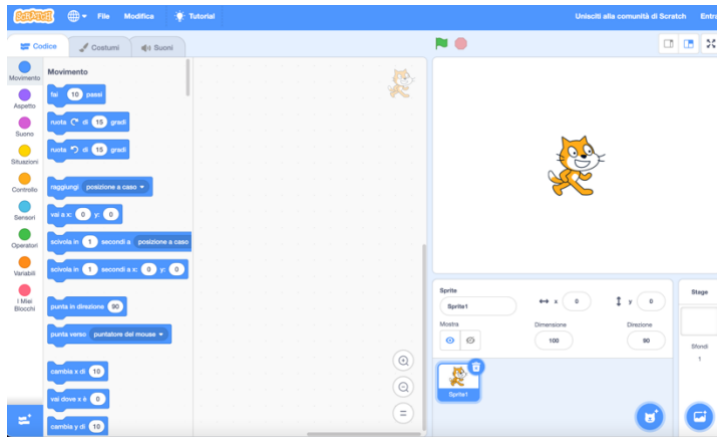


Figura 3:
 (<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>).

Code.org (<https://code.org/>), **Figura 4**, consiste in una piattaforma *open-source* di program

sottorappresentate. La piattaforma, lanciata nel 2013, permette agli studenti di imparare la programmazione *block-based* e la programmazione *drag and drop*, in italiano trascinare e rilasciare. Code.org fornisce immagini coinvolgenti per bambini di diverse età ed un riscontro utente (Arfé et al., 2019).

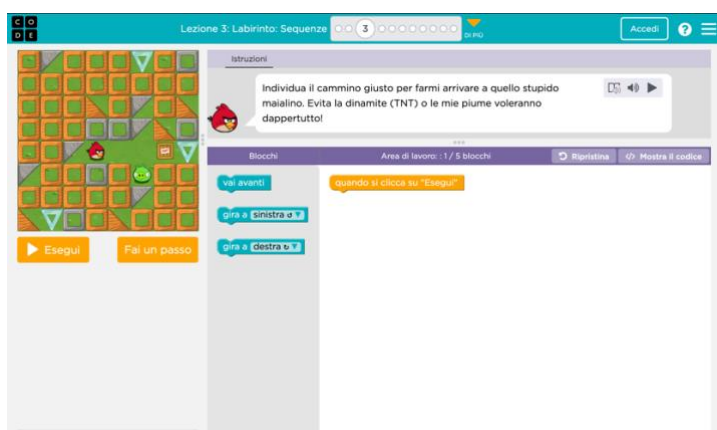


Figura 4:
 (<https://studio.code.org/s/course2/lessons/3/levels/3>).

2.5. La relazione tra pensiero computazionale e funzioni esecutive

Diversi studi hanno dimostrato

Ciò risulta essere estremamente rilevante anche alla luce dei dati presenti in letteratura rispetto alla correlazione tra PC e miglioramento delle abilità cognitive generali (Román-González et al., 2017), importanti determinanti dello sviluppo cognitivo e dei risultati accademici dei bambini (Diamond et al., 2007).

Il pensiero computazionale, processo di pensiero indirizzato al problem-solving, richiede un importante contributo delle abilità di controllo inibitorio, memoria di lavoro e pianificazione; funzioni cognitive coinvolte nella risoluzione di problemi.

È stato dimostrato che il pensiero computazionale potenzi la capacità di definire una sequenza chiara e ordinata di passi semplici e specifici al fine di risolvere un problema complesso e che sia associato a

(Arfé et al., 2019). Uno studio ha dimostrato che

strutturato migliora le capacità cognitive di pianificazione e inibizione della risposta in bambini di prima primaria, e potenzia quindi le loro abilità di problem solving (Arfé et al., 2019).

Un altro studio condotto dal medesimo gruppo di ricerca ha dimostrato che la pratica con la codifica, attraverso la piattaforma code.org, influenza lo sviluppo delle FE dei bambini, incrementando il tempo trascorso a pianificare, la capacità di risolvere problemi di pianificazione standardizzati e inibire risposte automatiche (Arfé et al., 2020).

Una ricerca (2020) ha indagato gli effetti del coding tangibile sulle abilità cognitive di

robotica potenziano le abilità di memoria di lavoro visuo-spaziale e inibizione; inoltre, è stato riscontrato un miglioramento significativo nelle abilità di pensiero computazionale (Di Lieto et al., 2017, 2020).

Robertson e colleghi (2020) hanno dimostrato l'esistenza di correlazioni da grandi a moderate tra le valutazioni della programmazione creativa, del *debugging* e delle FE, valutate attraverso il test BRIEF 2 (Gioia et al., 2016) somministrato agli insegnanti e il comportamento in classe del bambino (Robertson et al., 2020).

Capitolo 3: La ricerca

La ricerca presentata in questa tesi si colloca al filone di ricerca del Progetto Università degli Studi di Padova, nato dalla collaborazione tra il Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione e il Dipartimento di Matematica.

3.1. Obiettivi

Nei capitoli precedenti si è discusso il ruolo che il pensiero computazionale può avere nello sviluppo e potenziamento delle FE (Arfé et al., 2019; Arfé et al., 2020; Di Lieto et al., 2020). In linea con tali considerazioni, la ricerca si è posta come obiettivo in bambini di prima primaria, appartenenti a famiglie a SES basso e medio-alto.

In particolare, lo studio di seguito esposto presenta i seguenti obiettivi:

verificare se gli effetti riscontrati negli studi precedenti possano essere stesi anche a bambini con basso livello socio-economico;

v

ed inibizione della risposta;

c

l'effetto del training di coding sulle funzioni esecutive attraverso le attività di coding con quello osservabile in assenza di intervento;

individuare quali siano gli effetti che un training di coding può avere sulle Funzioni Esecutive alla luce di una disparità socio-economica alla quale

sono sottoposti i bambini. Ci si è chiesti, quindi, se allenando il Pensiero Computazionale attraverso attività di coding si possano potenziare le Funzioni Esecutive, colmando, almeno in parte, la disparità inizialmente presente.

3.2. Partecipanti

Il campione totale era costituito da due gruppi di alunni appartenenti a due scuole differenti del territorio padovano, distinte tra loro sulla base del livello socio-economico dei frequentanti (basso status socio-economico; alto status socio-economico). Ciascuno di questi due gruppi è stato poi a sua volta suddiviso in due sottogruppi: sperimentale e di controllo:

basso status socio-economico: 17 alunni Gruppo Sperimentale; 23 alunni Gruppo di Controllo. Le attività in questa sede sono cominciate a Novembre 2021 e si sono concluse a Maggio 2022;

alto status socio-economico: 13 alunni Gruppo Sperimentale; 21 alunni Gruppo di Controllo. Le attività in questa sede sono cominciate a Novembre 2021 e si sono concluse ad Aprile 2022.

La

Tabella 1 rappresenta la distribuzione dei partecipanti rispetto al Gruppo SES, ovvero rispetto al alla scuola a basso o alto SES, rispetto gruppo sperimentale o di controllo e rispetto al genere, maschio (M) o femmina (F).

Tabella 1: Statistiche descrittive relative al Gruppo SES, condizione sperimentale e genere dei partecipanti.

| | | | N | % |
|---------------------|------------------------|---|----|------|
| Gruppo Alto SES | Gruppo Sperimentale | F | 4 | 30.8 |
| | | M | 9 | 69.2 |
| | Gruppo di Controllo | F | 11 | 52.4 |
| | | M | 10 | 47.6 |
| Gruppo Basso SES | Gruppo Sperimentale | F | 9 | 60 |
| | | M | 6 | 40 |
| | Gruppo di Controllo | F | 8 | 40 |
| | | M | 12 | 60 |

3.3. Consenso Informato e Questionario su Status Socio-Economico e abitudini digitali

Perché gli alunni potessero consegnato ad ogni coppia di genitori il Consenso Informato che hanno restituito firmato. Insieme ad esso è stato somministrato un questionario, le cui risposte sono state utilizzate per il calcolo di:

1. status socio-economico, stimato sulla base del titolo di studio (si veda la **Tabella 2** per le scale dei punteggi attribuiti) e della professione dei genitori (si veda la **Tabella 3**).
2. familiarità con la tecnologia, intesa come frequenza e modalità di utilizzo quotidiano, da parte del bambino, di dispositivi digitali quali computer, smartphone e tablet. In particolare, ai genitori venne chiesto:
se fossero in possesso di computer (specificando se fisso, portatile o entrambi),
tablet e/o smartphone;
il
le attività condotte dal bambino tramite
(come, ad esempio, videogiochi, la visione di cartoni,
musica e utilizzo di programmi come paint).

Tabella 2: Scala dei punteggi attribuiti al Titolo di Studio.

| TITOLO DI STUDIO | PUNTEGGIO ATTRIBUITO |
|------------------|----------------------|
| Elementari/medie | 1 |
| Superiori | 2 |
| Università | 3 |

Tabella 3: Scala dei punteggi attribuiti alla professione.

| PROFESSIONE | PUNTEGGIO ATTRIBUITO |
|--|----------------------|
| Casalinga, disoccupato | 1 |
| Donna di servizio, bracciante, badante | 2 |

| | |
|--|---|
| Operario, artigiano | 3 |
| Impiegato, infermiere, educatore | 4 |
| Imprenditore, docente, specialista (medico etc.) | 5 |

Nella **Tabella 4** sono state riportate alcune statistiche descrittive, come la media (Media), il punteggio minimo (MIN) e massimo (MAX), relative , allo status socio-economico (SES) e alla familiarità con le tecnologie (FAM_TECN) dei partecipanti.

Tabella 4: Statistiche descrittive relative all'età, al SES e alla familiarità con le tecnologie dei partecipanti.

| | | | SES | FAM_TECN | |
|-----------|---------------------|-------|------|----------|------|
| Gruppo | Sperimentale | Media | 6.00 | 5.31 | 1.85 |
| | | MIN | 6 | 3 | 1 |
| | | MAX | 6 | 8 | 3 |
| Alto SES | Gruppo di Controllo | Media | 6.00 | 6.57 | 1.57 |
| | | MIN | 6 | 3 | 0 |
| | | MAX | 6 | 8 | 3 |
| Gruppo | Sperimentale | Media | 6.00 | 3.95 | 1.67 |
| | | MIN | 6 | 2 | 1 |
| | | MAX | 6 | 5 | 3 |
| Basso SES | Gruppo di Controllo | Media | 6.00 | 4.85 | 1.70 |
| | | MIN | 6 | 2 | 0 |
| | | MAX | 6 | 8 | 3 |

3.4. Strumenti

La valutazione prevedeva che fossero misurate sia le abilità di funzionamento esecutivo che le capacità di PC nei bambini. Per quanto riguarda la valutazione delle funzioni esecutive, sono stati utilizzati tre test: il test di Stroop (Marzocchi et al., 2010), la NEPSY-II (Korkman et al., 2007) e la Torre di Londra (Fancello et al., 2006).

Per le abilità di PC invece sono stati utilizzati degli esercizi selezionati dalla piattaforma
licazione CoThi.

Prove di inibizione:

Test di Stroop (Marzocchi et al., 2010)

Lo Stroop numerico è un test standardizzato
(Marzocchi et al., 2010).

La prova può essere somministrata a partire dai 6 anni fino agli 11 anni e 11 mesi ed è
suddivisa in due parti: la prova Baseline e la prova Stroop.

Nella prova Baseline è richiesto al bambino di contare più velocemente e accuratamente
possibile della tabella rappresentata in **Figura 5**; il
numero può variare da 1 a 5 e gli item sono in totale 12. Mentre il bambino svolge la
prova lo sperimentatore lo cronometra, appuntando eventuali errori di conteggio,
autocorrezioni e/o omissioni.

3. Test di Stroop Numerico

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| * * * | * * * | * * * | * * * |
| * * * | * * * | * * * | * * * |
| * * * | * * * | * * * | * * * |

Figura 5: Tabella prova Baseline dello Stroop numerico; BIA-Batteria Italiana per
l'ADHD, Trento, Erickson (Marzocchi et al., 2010)

Nella prova di Stroop numerico, **Figura 6**, il bambino deve svolgere il medesimo
compito, con la differenza che gli item proposti non sono più asterischi bensì numeri: il
bambino dovrà prestare quindi attenzione a dire la quantità del numero e non la sua
identità. Gli item di questa prova sono 75 e anche in questo caso lo sperimentatore
appunta tempo impiegato, eventuali errori, autocorrezioni e omissioni. Gli errori possono
essere di due tipi: di conteggio (quando il bambino sbaglia a contare i numeri) o di
interferenza (quando il bambino).

In entrambe le prove gli errori, le autocorrezioni e le omissioni valgono un punto e non
c

3. Test di Stroop Numerico

| | | | | | | |
|-------------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|
| 4 | 5 5 | 1 1 1 | 2 | 4 4 4 | 5 | 3 3 |
| 1 1 | 2 2 | 4 4 | 5 5 | 3 | 5 5 | 1 1 |
| 2 2 2 | 4 4 | 3 | 5 5 5 | 1 | 3 3 | 2 2 |
| 4 4 4 | 3 3 | 5 | 1 1 1 | 4 | 5 5 | 2 |
| 1 1 | 4 4 | 5 | 3 3 | 2 2 | 4 | 1 1 1 |

Figura 6: Tabella Stroop con stimolo numerico; BIA-Batteria Italiana per l'ADHD, Trento, Erickson (Marzocchi et al., 2010)

NEPSY-II (Korkman et al., 2007)

La NEPSY-II è una batteria di valutazione neuropsicologica delle abilità cognitive che può essere somministrata dai 3 ai 16 anni e si compone di 33 test che fanno riferimento a sei differenti domini cognitivi:

- Attenzione e Funzioni esecutive;
- Linguaggio;
- Memoria e Apprendimento;
- Funzioni sensorimotorie;
- Percezione sociale;
- Elaborazione visuospatiale.

Attenzione e Funzioni esecutive. La prova può essere somministrata dai 5 ai 16 anni di età ed è composta da due sotto prove. o di un foglio composto da cinque righe, ognuna delle quali contenente otto figure tra quadrati e cerchi, per un totale di quaranta figure geometriche (**Figura 7**).

Nella prima prova, quella di denominazione, il bambino deve nominare le figure (quadrato/cerchio) che vede sul foglio il più velocemente e accuratamente possibile. La seconda prova, quella di inibizione, richiede invece di nominare la figura opposta a quella osservata; il bambino cerchio vede un quadrato e viceversa. Durante la somministrazione della prova lo sperimentatore cronometra il tempo impiegato in entrambe le prove svolte dal bambino, gli eventuali errori, figure omesse e autocorrezioni. Non esistono criteri di interruzione.

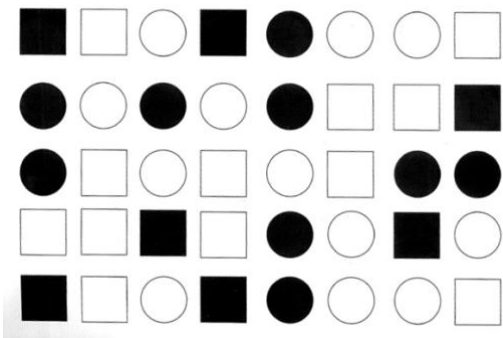


Figura 7: Fogli subtest A4 della Batteria NEPSY-II (Korkman et al., 2007)

Prova di pianificazione:

Torre di Londra (Fancello et al., 2006)

La Torre di Londra (ToL) è un test somministrabile a partire dai 4 anni fino agli 11 anni e misura principalmente le abilità di pianificazione, ma anche la flessibilità cognitiva e inibizione.

una tavoletta sulla quale poggiano tre astine verticali di altezza crescente e tre palline colorate (di colori verde, rosso e blu). Lo scopo della prova è quello di ricopiare la posizione delle palline sulle astine verticali rappresentata su delle immagini che vengono mostrate al bambino dallo sperimentatore. Il bambino, partendo sempre dalla medesima posizione, denominata (vedi **Figura 8**), dovrà quindi riprodurre 13 immagini (12 item e una prova esempio) di difficoltà crescente, rispettando alcune regole:

nella astina di altezza minore può essere inserita al massimo una sola pallina, in quella al centro al massimo due, in quella più alta invece tutte e tre;

le palline, una volta

astina;

le palline devono essere prese solo una per volta;

per ricopiare la figura ha a disposizione un numero di azioni che gli viene riferito dallo sperimentatore all

la prova può essere eseguita nuovamente alla richiesta di ricominciare.

Lo sperimentatore durante la somministrazione della prova cronometra sia il tempo di pianificazione, ovvero il tempo che intercorre dalla presentazione dello stimolo al primo movimento effettuato dal bambino, sia il tempo di esecuzione, ovvero il tempo che intercorre dallo spostamento della prima pallina fino a quando il bambino non ha finito

. Il punteggio per ogni item può essere zero o uno; è uno quando la figura è copiata correttamente seguendo tutte le regole ed entro un minuto di tempo, zero in tutti gli altri casi. In questa ricerca è stato escluso il criterio di interruzione.

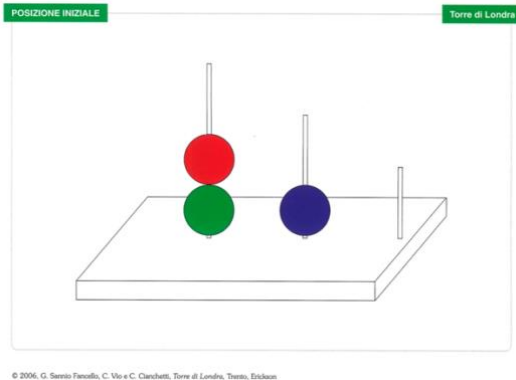


Figura 8: Posizione iniziale del test ToL (Fancello et al., 2006).

Prova di valutazione delle abilità di pensiero computazionale:

La valutazione delle abilità di pensiero computazionale è avvenuta

inizialmente, sotto il sostegno e la supervisione dello sperimentatore, selezionano la propria classe, il proprio nome (vedi **Figura 9**) e la tipologia di attività (vedi **Figura 10**).

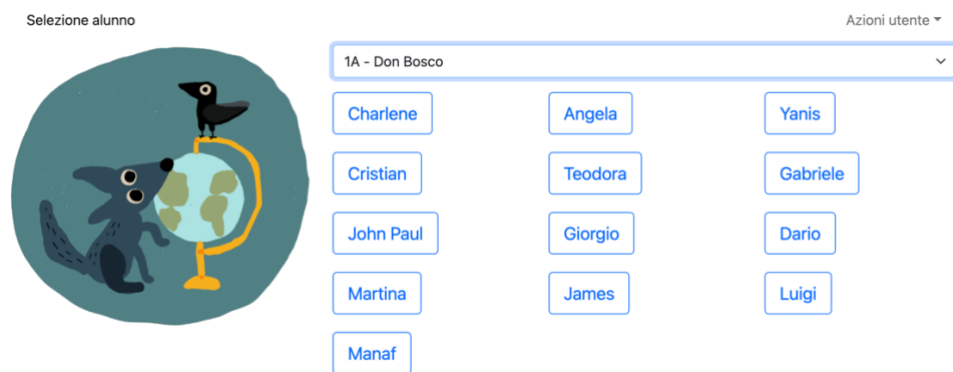


Figura 9: selezione classe e nome sull'applicazione CoThi.



Figura 10: selezione attività dell'applicazione CoThi.

Successivamente lo sperimentatore presenta gli esercizi ,
i comandi da utilizzare e il funzionamento della piattaforma.

Gli esercizi, estrapolati dalla piattaforma code.org, sui quali i bambini sono stati valutati sono:

- Prova 1: lezione 4 esercizio 9;
- Prova 2: lezione 5 esercizio 2;
- Prova 3: lezione 10 esercizio 4;
- Prova 4: lezione 13 esercizio 5.

blocchi rappresentati a sinistra del
giusto ordine per far eseguire al personaggio (
corretta (arrivare sopra il maialino verde).

utilizzare i

Figura 11 inserendoli nel

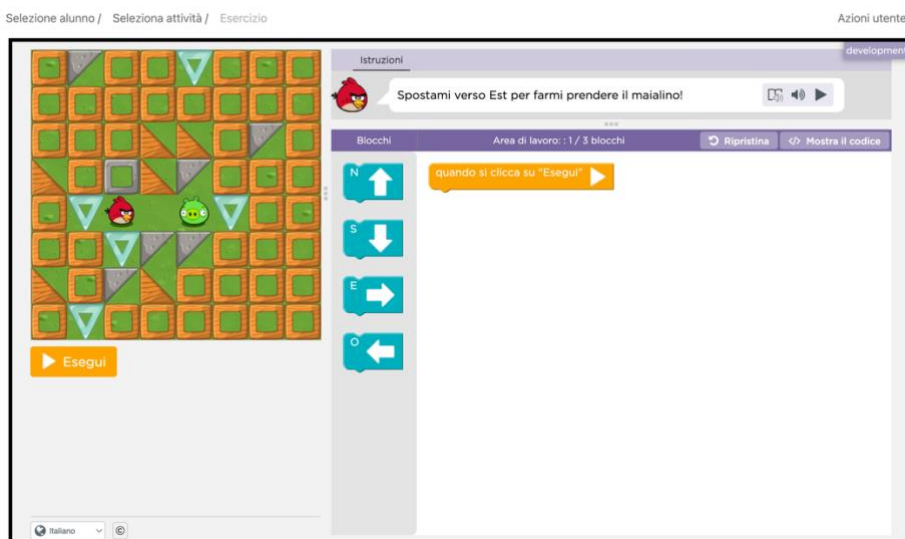


Figura 11: esempio di esercizio utilizzato per la valutazione delle abilità di pensiero computazionale (lezione 4 esercizio 9 su code.org).

quello in **Figura 12**)
fornisce un riscontro al bambino (come
ratezza nello svolgimento
della prova.

il tempo di pianificazione, il tempo di
esecuzione e il punteggio ottenuto dal bambino.

Il punteggio assegnato allo studente può variare tra 0 e 2:

- 2 punti se la prova viene svolta correttamente al primo tentativo;
- 1 punto se la prova viene svolta correttamente al secondo tentativo;

0 punti se la prova viene svolta correttamente al terzo tentativo oppure non viene svolta correttamente.



Figura 12: Un esempio di riscontro fornito dall'applicazione CoThi.

3.5. Procedura

I partecipanti alla ricerca sono stati suddivisi in due gruppi: quello sperimentale e quello di controllo, che per comodità coincidevano con le sezioni A e B di ciascuna classe prima. Lo svolgimento della ricerca è stato quindi diversificato in base al gruppo di appartenenza.

Per quanto riguarda il gruppo sperimentale:

1. Nella prima fase è stata effettuata una valutazione delle funzioni esecutive e delle abilità di pensiero computazionale iniziali (T1);
2. Nella seconda fase i partecipanti sono stati sottoposti al training di otto ore sul potenziamento del pensiero computazionale attraverso le attività di coding (TRAINING);
3. Nella terza fase i partecipanti sono stati riesaminati, al fine di valutare un eventuale miglioramento delle abilità indagate nella prima fase (T2);
4. _____, a distanza di un _____ per verificare se gli effetti dovuti al training sono stati mantenuti nel tempo (T3).

In merito al gruppo di controllo, invece:

1. Nella prima fase è stata effettuata una valutazione delle funzioni esecutive e delle abilità di pensiero computazionale iniziali (T1);

2. Nella seconda fase i partecipanti sono stati riesaminati, per valutare un eventuale miglioramento nelle abilità indagate nella prima fase, imputabile ai normali processi di sviluppo (T2);
3. training di otto ore sul potenziamento del pensiero computazionale attraverso le attività di coding (TRAINING);
4. un eventuale miglioramento delle abilità indagate nella prima fase (T3).

Tutte le valutazioni (T1, T2, T3) sono state effettuate inizialmente attraverso la somministrazione dei test ToL (Fancello et al., 2006), NEPSY-II (Korkman et al., 2007) e Stroop (Marzocchi et al., 2010) in modo individuale, impiegando circa 30/40 minuti per ogni bambino. Successivamente è stato somministrato il test di coding, sempre individualmente, della durata di circa 20/30 minuti. Le tempistiche dipendono ovviamente dalle caratteristiche dello sperimentatore e del singolo bambino sottoposto alla valutazione.

La fase di training durava ciascuno, due volte alla settimana per quattro settimane. Le attività venivano svolte istituti scolastici, dove i bambini svolgevano contemporaneamente ma individualmente gli esercizi proposti. Gli sperimentatori durante il training fornivano una spiegazione degli esercizi ed aiutavano e supportavano i bambini durante il loro svolgimento.

Gli esercizi proposti durante il training sono rappresentati in **Tabella 5**.

Tabella 5: Il piano completo delle lezioni per i bambini di prima primaria.

| FASI DEL TRAINING | CORSO | LEZIONI | ESERCIZI | FUNZIONI ESERCITATE |
|--------------------------|--------------|---|--|---|
| Familiarizzazione | Corso 1 | lezione 4 lezione 5 lezione 8 lezione 14 | 1 (esempio), 9 1 (esempio), 2 1 (esempio), 3 2 (esempio), 4 | Angry birds: Sequenze Labirinto: Correzione Errori Artista: Sequenze Ape: Cicli |
| 1° Incontro | Corso 1 | lezione 3 lezione 4 | dal n.1 al n. 6 n. 2,5,6,7 | Drag and Drop: Puzzle. Impara come trascinare e rilasciare con il mouse. Angry Bird: Sequenze |
| 2° Incontro | Corso 1 | lezione 4 lezione 5 | n. 8, 10 n. 3,4,5,6,7 | Sequenze Correzione Errori |
| 3° Incontro | Corso 1 | lezione 8 lezione 5 | n. 4, 5, 6, 7, 8 n. 8,9, 10 | Artista: Disegna sequenze Angry Bird: Correzione Errori |
| 4° Incontro | Corso 1 | lezione 8 lezione 10 | n. 9, 10, 11 n. 4, 5, 6, 7, 8 | Artista: Disegna sequenze non continue con salto Artista: Disegna forme geometriche |
| 5° Incontro | Corso 1 | lezione 13 lezione 13 | n. 1, 2, 3, 4 n. 5, 6, 7 | Labirinto: Cicli (es. uccello deve arrivare a maiale) Angry Bird: Cicli con aggiunta della funzione ripeti (blocco ripeti) |
| 6° Incontro | Corso 1 | lezione 13 | n. 8, 9, 10, 11, 12 | Cicli con blocco ripeti |
| 7° Incontro | Corso 1 | lezione 14 | n. 3,5,6,7,8, 9 | Ape: Cicli |
| 8° Incontro | Corso 1 | lezione 18 | n. 2, 4, 5, 6, 7 | Artista: Cicli |
| chiusura | | Riflessione metacognitiva | | |

Capitolo 4: Risultati

Prima di presentare le analisi relative ai possibili effetti del training di coding sulle abilità di inibizione e di pianificazione dei partecipanti, sono state svolte delle analisi preliminari per comprendere la distribuzione dei soggetti rispetto alle variabili età, status socio-economico (SES) e familiarità con le tecnologie (FAM_TECN).

Dai t test per campioni indipendenti svolti al fine di identificare eventuali differenze rispetto a queste variabili, è emerso che:

i gruppi alto SES e basso SES non differiscono in maniera statisticamente

i gruppi alto SES e basso SES differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto allo status socio-economico $t(67)=-4.419$, $p<.05$;

i gruppi alto SES e basso SES, invece, non differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto alla familiarità con le tecnologie $t(67)=.044$, $p=.965$.

Dai t test per campioni indipendenti, svolti al fine di identificare eventuali differenze rispetto al gruppo sperimentale e di controllo della scuola a basso SES, è emerso che:

gruppo sperimentale e gruppo di controllo non differiscono in maniera

gruppo sperimentale e gruppo di controllo differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto alla variabile SES $t(33)=2.033$, $p=.050$;

gruppo sperimentale e gruppo di controllo non differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto alla variabile FAM_TECN $t(33)=.111$, $p=.912$.

Dai t test per campioni indipendenti, svolti al fine di identificare eventuali differenze rispetto al gruppo sperimentale e di controllo della scuola ad alto SES, è emerso che:

gruppo sperimentale e gruppo di controllo non differiscono in maniera

gruppo sperimentale e gruppo di controllo differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto alla variabile SES $t(32)=2.266$, $p=.030$;

gruppo sperimentale e gruppo di controllo non differiscono in maniera statisticamente significativa rispetto alla variabile FAM_TECN $t(32)=-.884$, $p=.383$.

Per valutare le differenze nella d -
quadrato (χ^2) dalla quale non sono emerse differenze significative di genere. In particolare, dal test del chi-quadrato è emerso che i partecipanti della scuola a basso SES non differiscono in maniera statisticamente significativa per genere (M,F) $\chi^2=1.113$, $p=.201$, così come quelli della scuola ad alto SES per genere (M,F) $\chi^2=1.521$, $p=.217$. Sono state svolte delle analisi di t test a campioni indipendenti al fine di verificare iniziali disparità al T1 tra il gruppo alto SES e il gruppo basso SES nelle seguenti variabili dipendenti indicative del funzionamento esecutivo:

- NEPSY II tempo di inibizione;
- NEPSY II numero di errori;
- Stroop tempo di inibizione;
- Stroop numero di errori;
- Torre di Londra tempo di pianificazione;
- Torre di Londra accuratezza;
- Coding tempo di pianificazione;
- Coding accuratezza.

Dai risultati è emerso che i due gruppi (Alto SES e Basso SES) differiscono in maniera statisticamente significativa in:

- Nepsy numero di errori: $t(67) = 2.473$; $p = .016$. Il gruppo a basso SES commette a T1 il doppio degli errori del gruppo alto SES;
- Coding tempo di pianificazione: $t(67) = 3.008$; $p = .004$. Il gruppo a basso SES ha un tempo di pianificazione più alto;
- Coding accuratezza: $t(67) = - 2.754$; $p = .008$. Il gruppo ad alto SES al T1 ha un punteggio di accuratezza nella prova di coding più alto del gruppo a basso SES.

Successivamente è stato effettuato un t test per campioni indipendenti volto a rilevare eventuali differenze statisticamente significative tra il gruppo sperimentale e il gruppo di

controllo al Pre test (T1), in ciascun gruppo SES, rispetto alle variabili dipendenti precedentemente menzionate.

In **Tabella 6** e **Tabella 7** sono riportati i valori di media (M), deviazione standard (DS), numerosità del campione (N) e test statistici dei pre-test per i due gruppi (sperimentale e di controllo). Nello specifico:

la **Tabella 6** riporta le statistiche relative al gruppo alto SES;

la **Tabella 7** riporta le statistiche relative al gruppo basso SES.

Da queste analisi si può evincere che le prestazioni dei partecipanti sono inizialmente al medesimo livello per tutte le prove, fatta eccezione per la prova di Stroop Numerico nel gruppo ad alto SES, dove il gruppo sperimentale commette un numero di errori significativamente più alto rispetto al gruppo di controllo.

Tabella 6: *Statistiche Descrittive del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo ad alto SES al tempo T1.*

| GRUPPO SES | PROVE | GRUPPO | N | Media (DS) | t(gl) | p-value |
|--------------------|---|------------------------|----|---------------------|----------------|---------|
| Gruppo alto SES | NESPY II Tempo di inibizione | Gruppo Sperimentale | 13 | 56.609 (17.341) | -1.921 (32) | .364 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 52.060 (11.539) | | |
| | Nespy II Numero di errori | Gruppo Sperimentale | 13 | 6.690 (5.023) | -1.518 (32) | .139 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 4.520 (3.326) | | |
| | Stroop numerico Tempo di inibizione | Gruppo Sperimentale | 13 | 203.592 (60.376) | -1.829 (32) | .077 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 174.930 (31.133) | | |
| | Stroop numerico Numero di errori | Gruppo Sperimentale | 13 | 12.690 (10.773) | -0.984 (32) | .033 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 9.570 (7.724) | | |
| | Torre di Londra Tempo di pianificazione | Gruppo Sperimentale | 13 | 2.958 (1.458) | .810 (32) | .424 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 3.405 (1.627) | | |
| | Torre di Londra Accuratezza | Gruppo Sperimentale | 13 | 2.690 (3.093) | -0.113 (32) | .911 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 2.570 (2.993) | | |
| | Coding Tempo di pianificazione | Gruppo Sperimentale | 13 | 11.115 (6.373) | .868 (32) | .392 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 12.942 (5.707) | | |
| | Coding Accuratezza | Gruppo Sperimentale | 13 | 3.080 (2.290) | -0.917 (32) | .366 |
| | | Gruppo di Controllo | 21 | 2.380 (2.061) | | |

Tabella 7: *Statistiche Descrittive del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo a basso SES al tempo T1.*

| GRUPPO SES | PROVE | GRUPPO | N | Media (DS) | t(gl) | p-value |
|-----------------------|---|------------------------|------------------|---------------------|----------------|---------|
| Gruppo basso SES | NESPY II Tempo di inibizione | Gruppo Sperimentale | 15 | 51.512 (9.712) | .478 (33) | .636 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 53.433 (13.077) | | |
| | NESPY II Numero di errori | Gruppo Sperimentale | 15 | 10.800 (9.770) | -.398 (33) | .693 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 9.400 (10.679) | | |
| | Stroop numerico Tempo di inibizione | Gruppo Sperimentale | 15 | 199.694 (60.671) | -.824 (33) | .416 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 186.108 (36.571) | | |
| | Stroop numerico Numero di errori | Gruppo Sperimentale | 15 | 15.400 (10.105) | -1.735 (33) | .092 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 9.950 (8.470) | | |
| | Torre di Londra Tempo di pianificazione | Gruppo Sperimentale | 15 | 3.122 (1.348) | -1.365 (33) | .181 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 2.561 (1.082) | | |
| | Torre di Londra Accuratezza | Gruppo Sperimentale | 15 | 1.600 (1.454) | .491 (33) | .626 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 1.900 (1.997) | | |
| | Coding Tempo di pianificazione | Gruppo Sperimentale | 15 | 17.719 (8.123) | -.081 (33) | .936 |
| | | Gruppo di Controllo | 20 | 17.480 (9.036) | | |
| Coding Accuratezza | Gruppo Sperimentale | 15 | 1.130 (1.727) | .720 (33) | .476 | |
| | Gruppo di Controllo | 20 | 1.550 (1.669) | | | |

4.1. Analisi degli

Per verificare gli effetti del Training sono state svolte analisi della varianza (ANOVA) mista a misure ripetute con variabili *between* fattore gruppo (sperimentale e di controllo) e fattore gruppo SES (gruppo alto SES e gruppo basso SES) e come variabile *within* fattore tempo (T1, T2, T3), utilizzando la variabile SES come covariata. Queste analisi sono state effettuate al fine di indagare se gli effetti del training di coding fossero gli stessi per il gruppo alto SES e per il gruppo basso SES, o se invece il coding fosse responsabile di un incremento nelle FE e nel pensiero computazionale, differente a seconda del SES.

to del tempo (T1, T2, T3) e interazioni tra fattori tempo*SES, tempo*gruppo, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Di seguito sono riportati i risultati per le singole variabili dipendenti.

Prova di pensiero computazionale

Nella **Tabella 8** sono riportate la media e la deviazione standard (DS) riferite al tempo di e prove di pensiero computazionale ai tempi T1, T2 e T3 per ciascun gruppo sperimentale e di controllo di ciascun gruppo SES.

Tabella 8: *Statistiche Descrittive dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto e basso SES nei tempi T1, T2 e T3 della prova di Coding.*

| | | | T1 | T2 | T3 |
|-------------------------|-----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| CODING | | | Media | Media | Media |
| | | | (DS) | (DS) | (DS) |
| Tempo di pianificazione | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 11.115 (6.373) | 11.767 (6.375) | 12.520 (5.114) |
| | | Gruppo di controllo | 12.942 (5.707) | 13.380 (8.799) | 9.401 (3.192) |

| | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|---------|---------|---------|
| | | Gruppo | 17.719 | 11.319 | 13.311 |
| | Gruppo | sperimentale | (8.123) | (3.099) | (4.337) |
| | basso SES | Gruppo di | 17.480 | 15.123 | 12.714 |
| | | controllo | (9.036) | (6.571) | (4.226) |
| | | Gruppo | 3.080 | 5.230 | 5.000 |
| | Gruppo alto | sperimentale | (2.290) | (2.166) | (1.780) |
| | SES | Gruppo di | 2.380 | 3.670 | 6.140 |
| | | controllo | (2.061) | (2.058) | (1.195) |
| Accuratezza | | Gruppo | 1.130 | 5.530 | 6.070 |
| | Gruppo | sperimentale | (1.727) | (1.642) | (0.884) |
| | basso SES | Gruppo di | 1.550 | 4.000 | 6.200 |
| | | controllo | (1.669) | (1.654) | (1.322) |

Coding tempo di pianificazione

statisticamente significativi legati ai fattori tempo e alle interazioni tra i fattori tempo*SES, tempo*gruppo, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Si evince invece un effetto statisticamente significativo riferito al fattore gruppo SES: $F(1,64)=5.881$, $p=.018$, $\eta^2_p=.084$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori SES e gruppo.

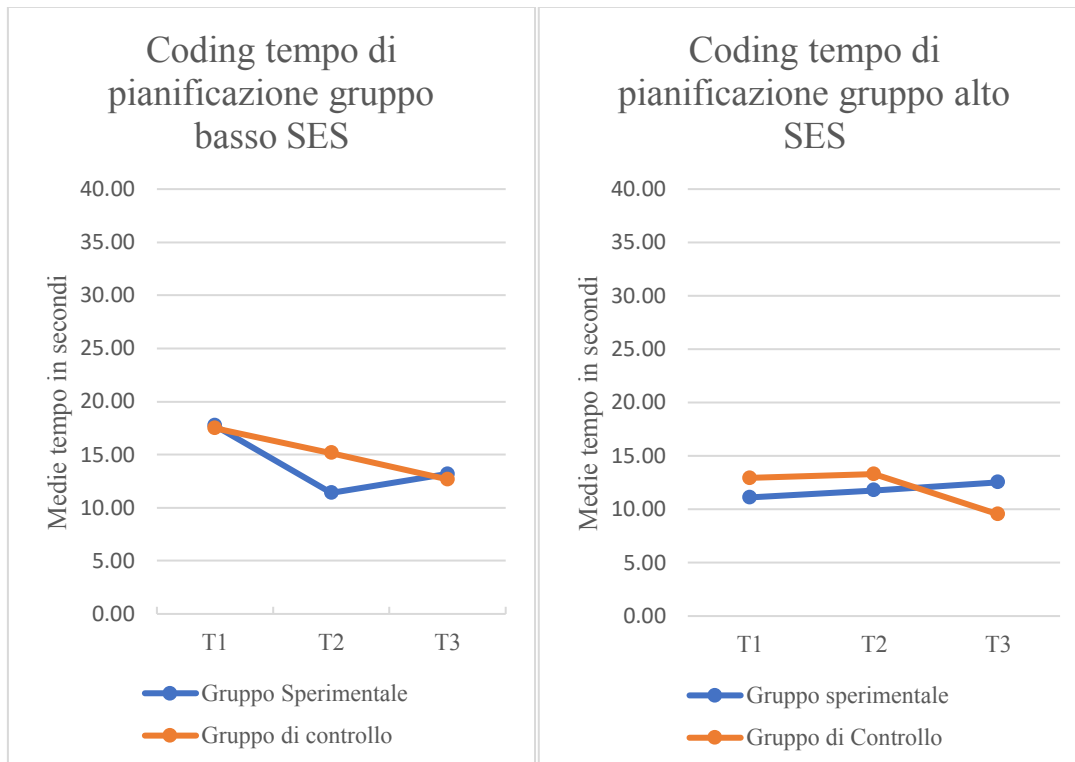


Figura 13: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova coding tempo di pianificazione, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova coding tempo di pianificazione.

Coding accuratezza

$F(2,128)=8.095$; $p<.05$; $\eta^2_p =.112$. Inoltre, si evincono degli effetti statisticamente significativi riferiti rispettivamente :

$F(2,128)=10.104$, $p<0.05$, η^2_p tempo*gruppo SES:

$F(2,128)=10.781$, $p<0.05$, $\eta^2_p =.144$.

Non sono invece emersi effetti statisticamente significativi tempo*gruppo*gruppo SES.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori SES, gruppo e gruppo SES.

confronti pairwise, nei quali si sono considerate le differenze di prestazione tra T1-T2 e tra T2-T3 nel gruppo

sperimentale e nel gruppo di controllo. Dai risultati emerge una differenza statisticamente significativa per il gruppo sperimentale tra il T1 e il T2 $t(27)=-8.411$, $p<.05$, $d=-1.590$, mentre non è stato riscontrato alcun miglioramento statisticamente significativo tra il T2 e il T3.

Il gruppo di controllo migliora in maniera statisticamente significativa tra il T1 e il T2 $t(40)=-7.186$, $p<.05$, $d=-1.122$, e tra il T2 e il T3 $t(40)=-7.923$, $p<.05$, $d=-1.237$.

confronti

pairwise in cui sono state considerate le differenze di prestazione tra T1 e T2 e tra T2 e T3 nel gruppo basso SES e nel gruppo alto SES.

Il gruppo basso SES migliora in maniera statisticamente significativa tra il T1 e il T2 $t(34)=-10.298$, $p<.05$, $d=-1.741$, e tra il T2 e il T3 $t(34)=-4.703$, $p<.05$, $d=-.795$.

Il gruppo alto SES migliora in maniera statisticamente significativa tra il T1 e il T2 $t(33)=-5.473$, $p<.05$, $d=-.939$, e tra il T2 e il T3 $t(33)=-3.765$, $p=.001$, $d=-.646$.

Sebbene

sia

grafico (Figura 14) ha suggerito la presenza di una significatività. Si è così deciso di approfondire con i *confronti pairwise*, dai quali emergono per il gruppo ad alto SES differenze statisticamente significative nel:

gruppo sperimentale tra T1 e T2: $t(12)=-4.635$, $p<.001$, $d=-1.285$;

gruppo di controllo tra T1 e T2: $t(20)=-3.451$, $p=.003$, $d=-.753$; e tra T2 e T3: $t(20)=-5.562$, $p<.001$, $d=-1.214$.

Dai *confronti pairwise*

statisticamente significative nel:

gruppo sperimentale tra T1 e T2: $t(14)=-8.876$, $p<.001$, $d=-2.292$;

gruppo di controllo tra T1 e T2: $t(19)=-7.857$, $p<.001$, $d=-1.757$; e tra T2 e T3: $t(19)=-5.574$, $p<.001$, $d=-1.246$.

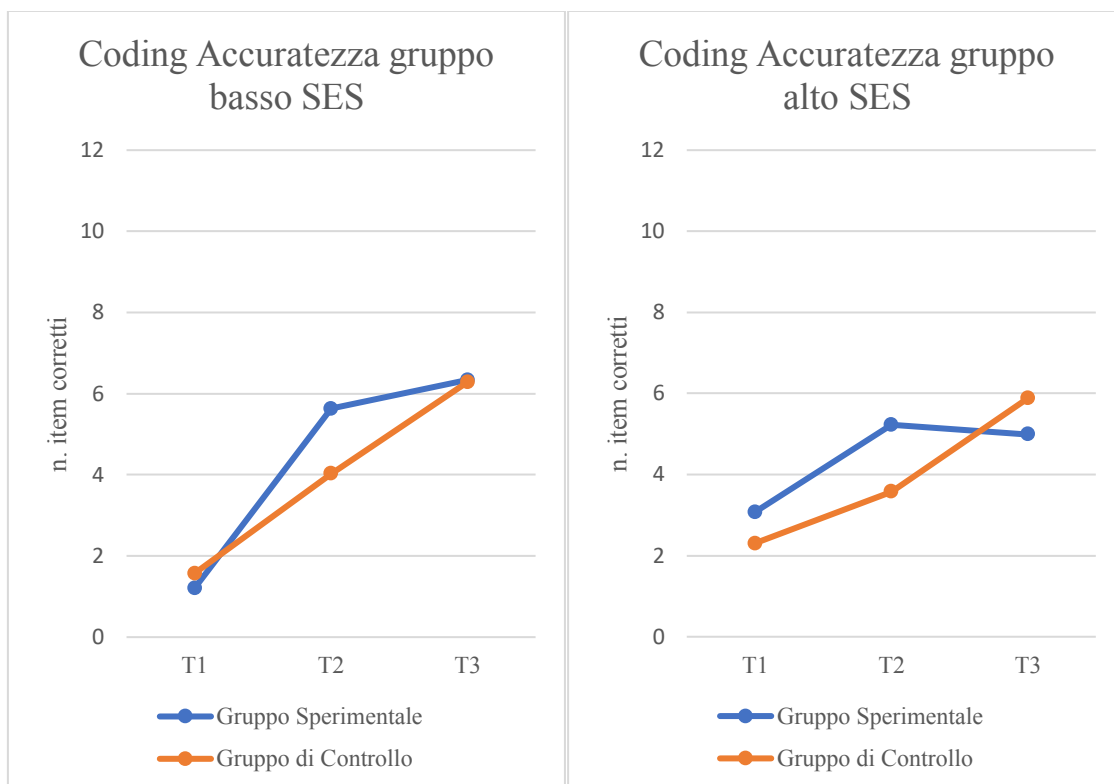


Figura 14: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova coding accuratezza, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova coding accuratezza.

Prova di pianificazione

Nella **Tabella 9** sono riportate la media (M) e la deviazione standard (DS) riferite al Torre di Londra (ToL) ai tempi T1, T2 e T3 per ciascun gruppo sperimentale e di controllo di ciascun gruppo SES.

Tabella 9: Statistiche Descrittive dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto e basso SES nei tempi T1, T2 e T3 della prova della Torre di Londra (ToL).

| | | | T1 | T2 | T3 |
|-------------------------|-----------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| TORRE DI LONDRA | | | Media | Media | Media |
| | | | (DS) | (DS) | (DS) |
| Tempo di pianificazione | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 2.958 (1.458) | 4.697 (3.798) | 3.753 (2.169) |

| | | | | | |
|-------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | Gruppo di controllo | 3.405 (1.627) | 2.940 (.979) | 3.277 (1.151) |
| | | Gruppo sperimentale | 3.122 (1.348) | 2.562 (1.008) | 2.866 (1.575) |
| | basso SES | Gruppo di controllo | 2.562 (1.082) | 2.512 (1.142) | 2.835 (1.120) |
| Accuratezza | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 2.690 (3.093) | 4.850 (3.648) | 5.460 (3.431) |
| | | Gruppo di controllo | 2.570 (2.993) | 3.520 (2.358) | 6.760 (2.755) |
| | Gruppo basso SES | Gruppo sperimentale | 1.600 (1.454) | 5.070 (2.576) | 6.470 (1.727) |
| | | Gruppo di controllo | 1.900 (1.997) | 2.700 (2.993) | 6.150 (2.641) |

Torre di Londra tempo di pianificazione

per il fattore

principale tempo: $F(2,128)=3.128, p=.047, \eta^2_p=.047$.

Inoltre, si evincono degli effetti statisticamente significativi riferiti rispettivamente

tempo*gruppo: $F(2,128)=3.506, p=.033, \eta^2_p=.052$; e

tempo*gruppo*gruppo SES: $F(2,128)=5.164, p=.007, \eta^2_p=.052$.

Non emergono differenze statisticamente significative per le interazioni tempo*SES e tempo*gruppo.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori SES, gruppo e gruppo SES.

Dai confronti *pairwise*

Gruppo SES, è emersa nel gruppo sperimentale ad alto SES una differenza statisticamente significativa tra i tempi T1 e T2: $t(12)=-1.775, p=.003, d=-.492$.

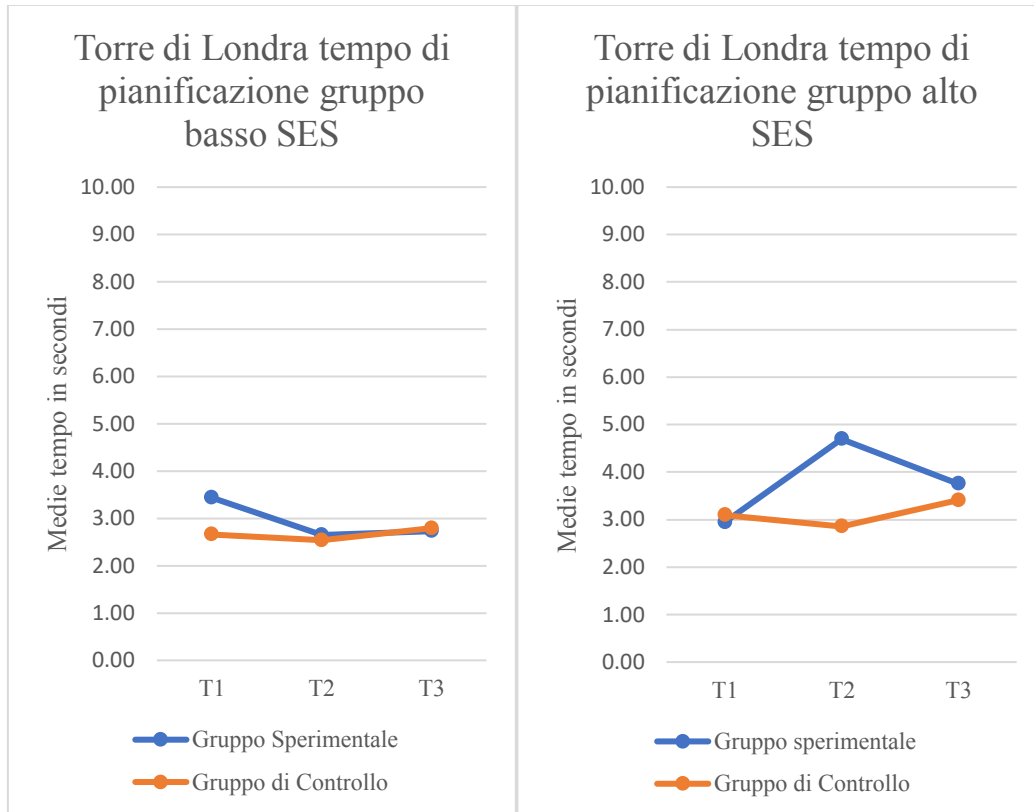


Figura 15: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova della Torre di Londra (ToL) tempo di pianificazione, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova della Torre di Londra (ToL) tempo di pianificazione.

Torre di Londra accuratezza

principale tempo: $F(2,128)=3.987$, $p=.021$, $\eta^2_p=.059$.

Si riscontrano differenze statisticamente significative

$F(2,128)=4.828$, $p=.010$, $\eta^2_p=.070$.

Non emergono invece differenze statisticamente significative per le interazioni tempo*SES, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Emergono differenze statisticamente significative per il fattore SES: $F(1,64)=5.932$, $p=.018$, $\eta^2_p=.085$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori gruppo e gruppo SES.

risultati evidenziano differenze statisticamente significative in:

gruppo sperimentale tra T1 e T2: $t(27) = -5.352$; $p < .001$; $d = -1.001$. e tra T2 e T3:
 $t(27) = 2.178$; $p = .038$; $d = -.412$;

gruppo di controllo tra T2 e T3: $t(40) = -8.341$; $p < .001$; $d = -1.303$.

grafico (Figura 16) ha suggerito un approfondimento con i *confronti pairwise*, dai quali emergono per il gruppo ad alto SES differenze statisticamente significative nel:

gruppo sperimentale tra T1 e T2: $t(12) = -2.260$, $p = .043$, $d = -.627$;

gruppo di controllo tra T2 e T3: $t(20) = -5.780$, $p < .001$, $d = -1.261$.

Dai *confronti pairwise*

statisticamente significative nel:

gruppo sperimentale tra T1 e T2: $t(14) = -6.394$, $p < .001$, $d = -1.651$; e tra T2 e T3:
 $t(14) = -2.628$, $p = .020$, $d = -.679$;

gruppo di controllo tra T2 e T3: $t(19) = -5.877$, $p < .001$, $d = -1.314$.

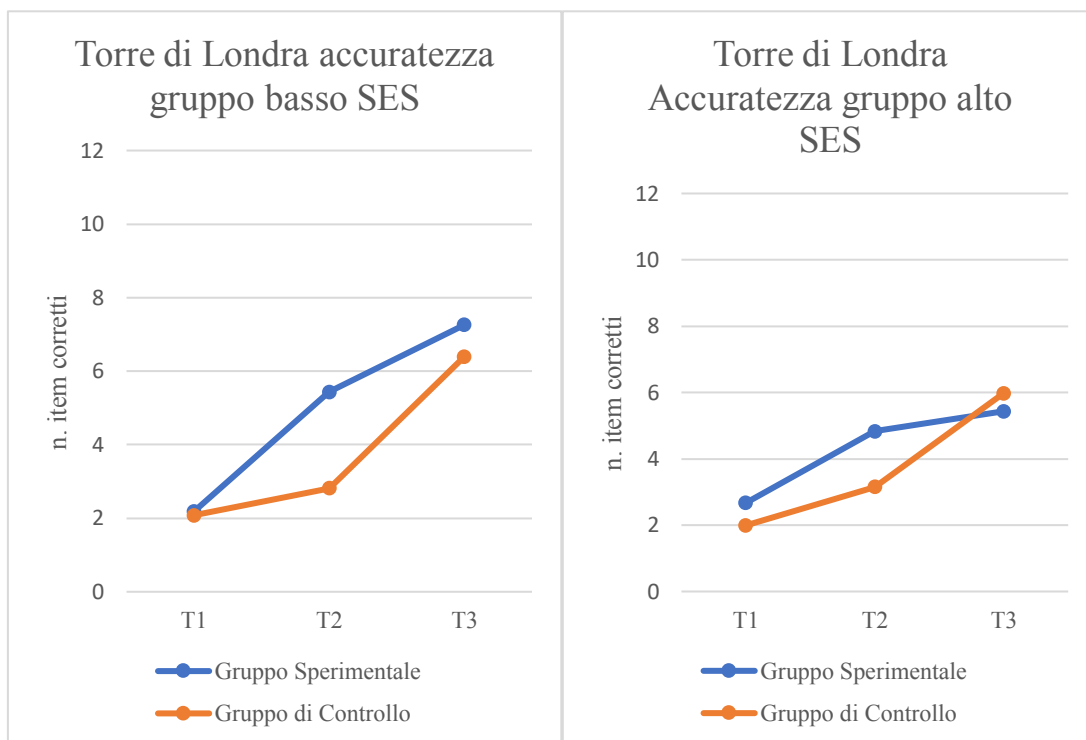


Figura 16: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova della Torre di Londra (ToL) accuratezza, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova della Torre di Londra (ToL) accuratezza.

Prove di inibizione

Nella **Tabella 10** sono riportate la media (M) e la deviazione standard (DS) riferite al tempo di inibizione e agli errori totali del test NEPSY II ai tempi T1, T2 e T3 per ciascun gruppo sperimentale e di controllo di ciascun gruppo SES.

Tabella 10: *Statistiche Descrittive dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto e basso SES nei tempi T1, T2 e T3 della prova di NESPY II.*

| NEPSY II | | | T1 | T2 | T3 | |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| | | | Media (DS) | Media (DS) | Media (DS) | |
| Tempo di inibizione | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 56.609 (17.341) | 41.863 (11.710) | 42.479 (14.864) | |
| | | Gruppo di controllo | 52.060 (11.539) | 48.428 (9.730) | 42.137 (9.090) | |
| | Gruppo basso SES | Gruppo sperimentale | 51.512 (9.712) | 42.155 (12.584) | 41.951 (9.464) | |
| | | Gruppo di controllo | 53.434 (13.077) | 43.240 (10.927) | 41.100 (8.556) | |
| | Numero errori totali | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 6.690 (5.023) | 1.850 (1.463) | 4.460 (3.971) |
| | | | Gruppo di controllo | 4.520 (3.326) | 2.860 (2.744) | 1.900 (2.663) |
| Gruppo basso SES | | Gruppo sperimentale | 10.800 (9.770) | 3.400 (2.898) | 2.730 (2.631) | |
| | | Gruppo di controllo | 9.400 (10.679) | 10.600 (9.698) | 3.350 (3.483) | |

NEPSY II tempo di inibizione

principale tempo: $F(2,128)=4.390$, $p=.014$, $\eta^2_p=.064$.

Non emergono invece differenze statisticamente significative per le interazioni tempo*SES, tempo*gruppo, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Emergono differenze statisticamente significative per il fattore SES: $F(1,64)=8.601$, $p=.005$, $\eta^2_p=.118$; e per il fattore gruppo SES: $F(1,64)=4.334$, $p=.041$, $\eta^2_p=.063$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori gruppo.

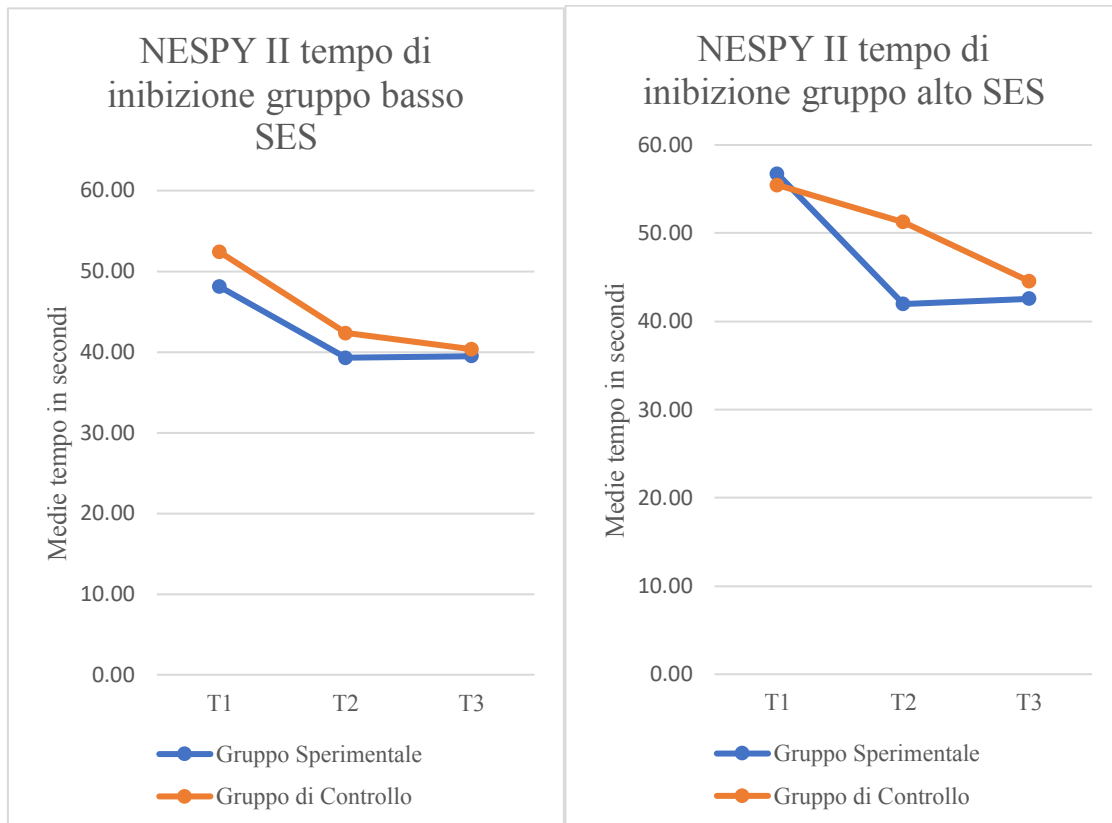


Figura 17: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova di NESPY II tempo di inibizione, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova NESPY II tempo di inibizione.

NEPSY II numero errori totali

evidenzia effetti statisticamente significativi per il fattore principale tempo: $F(2,128)=3.298$, $p=.040$, $\eta^2_p=.049$.

Inoltre, si evincono degli effetti statisticamente significativi riferiti rispettivamente

tempo*gruppo: $F(2,128)=6.241$, $p=.040$, $\eta^2_p=.049$; e tempo*gruppo SES: $F(2,128)=5.713$, $p=.004$, $\eta^2_p=.082$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori tempo*SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Si evince invece un effetto statisticamente significativo riferito al fattore gruppo SES: $F(1,64)=5.060$, $p=.028$, $\eta^2_p=.073$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori gruppo e gruppo SES. I confronti pairwise. I

risultati evidenziano differenze statisticamente significative in:

- gruppo sperimentale a basso SES tra T1 e T2: $t(14)=3.258$, $p=.006$, $d=.841$;
- gruppo di controllo a basso SES tra T2 e T3: $t(19)=4.020$, $p<.001$, $d=.899$;
- gruppo sperimentale al alto SES tra T1 e T2: $t(12)=3.659$, $p=.003$, $d=1.015$, e tra T2 e T3: $t(12)=-2.527$, $p=.027$, $d=-.701$;
- gruppo di controllo a alto SES tra T2 e T3: $t(20)=2.239$, $p=.037$, $d=.489$.

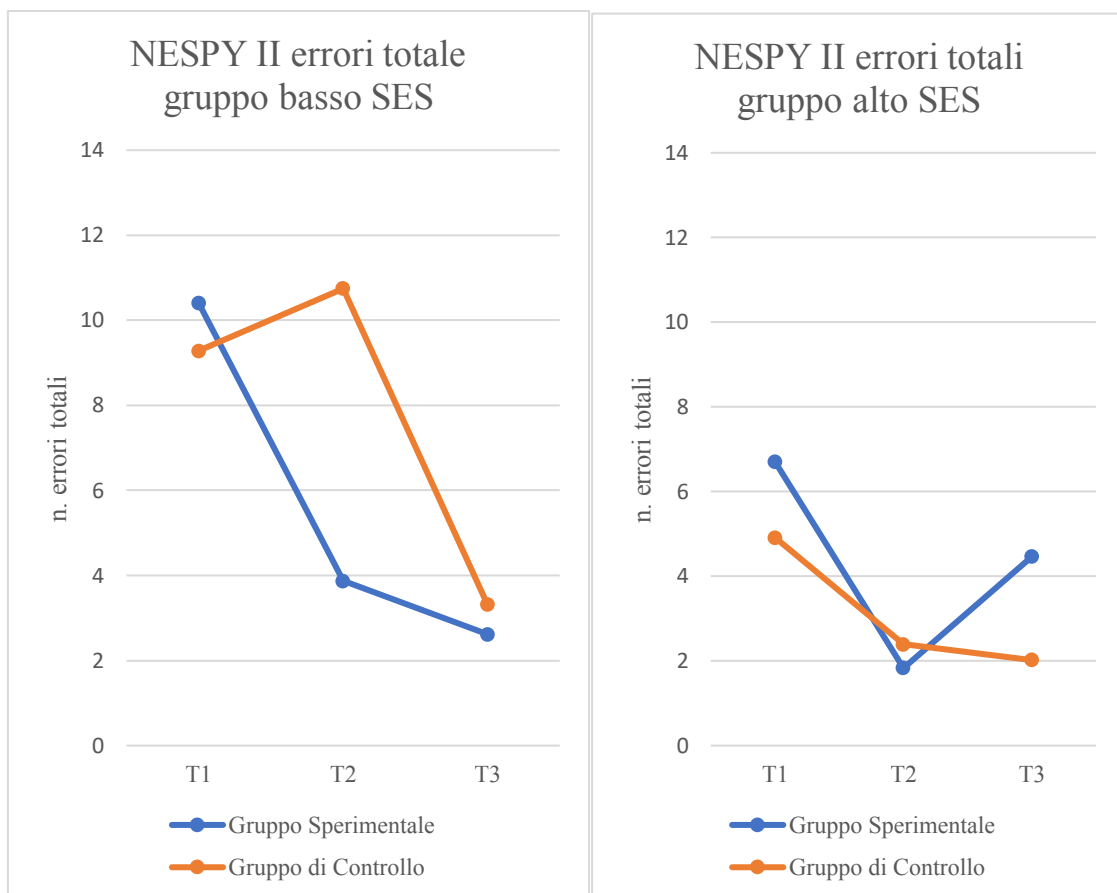


Figura 18: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova di NESPY II errori totali, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova NESPY II errori totali.

Nella **Tabella 11** sono riportate la media (M) e la deviazione standard (DS) riferite al tempo di inibizione e agli errori totali del test di Stroop numerico ai tempi T1, T2 e T3 per ciascun gruppo sperimentale e di controllo di ciascun gruppo SES.

Tabella 11: *Statistiche Descrittive dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto e basso SES nei tempi T1, T2 e T3 della prova di Stroop.*

| STROOP | | | T1 | T2 | T3 |
|-------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | Media (DS) | Media (DS) | Media (DS) |
| Tempo di inibizione | Gruppo alto SES | Gruppo sperimentale | 203.592 (60.376) | 168.469 (61.502) | 155.482 (39.606) |
| | | Gruppo di controllo | 174.930 (31.133) | 163.030 (24.553) | 158.743 (36.696) |
| | Gruppo basso SES | Gruppo sperimentale | 199.694 (60.671) | 154.370 (43.637) | 153.509 (41.595) |
| | | Gruppo di controllo | 186.108 (36.571) | 150.318 (33.068) | 137.234 (27.527) |
| | | Gruppo sperimentale | 12.690 (10.773) | 5.380 (4.032) | 6.080 (6.825) |
| | | Gruppo di controllo | 9.570 (7.724) | 6.050 (5.427) | 4.290 (2.180) |
| Numero errori totali | Gruppo basso SES | Gruppo sperimentale | 15.400 (10.105) | 5.800 (4.263) | 6.330 (4.655) |
| | | Gruppo di controllo | 9.950 (8.470) | 9.100 (6.766) | 6.200 (6.092) |

Stroop tempo di inibizione

$F(2,128)=7.700$; $p=.001$; $\eta^2_p=.107$.

Non emergono invece differenze statisticamente significative per le interazioni tempo*SES, tempo*gruppo, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Non emergono differenze statisticamente per i fattori SES, gruppo, gruppo SES.

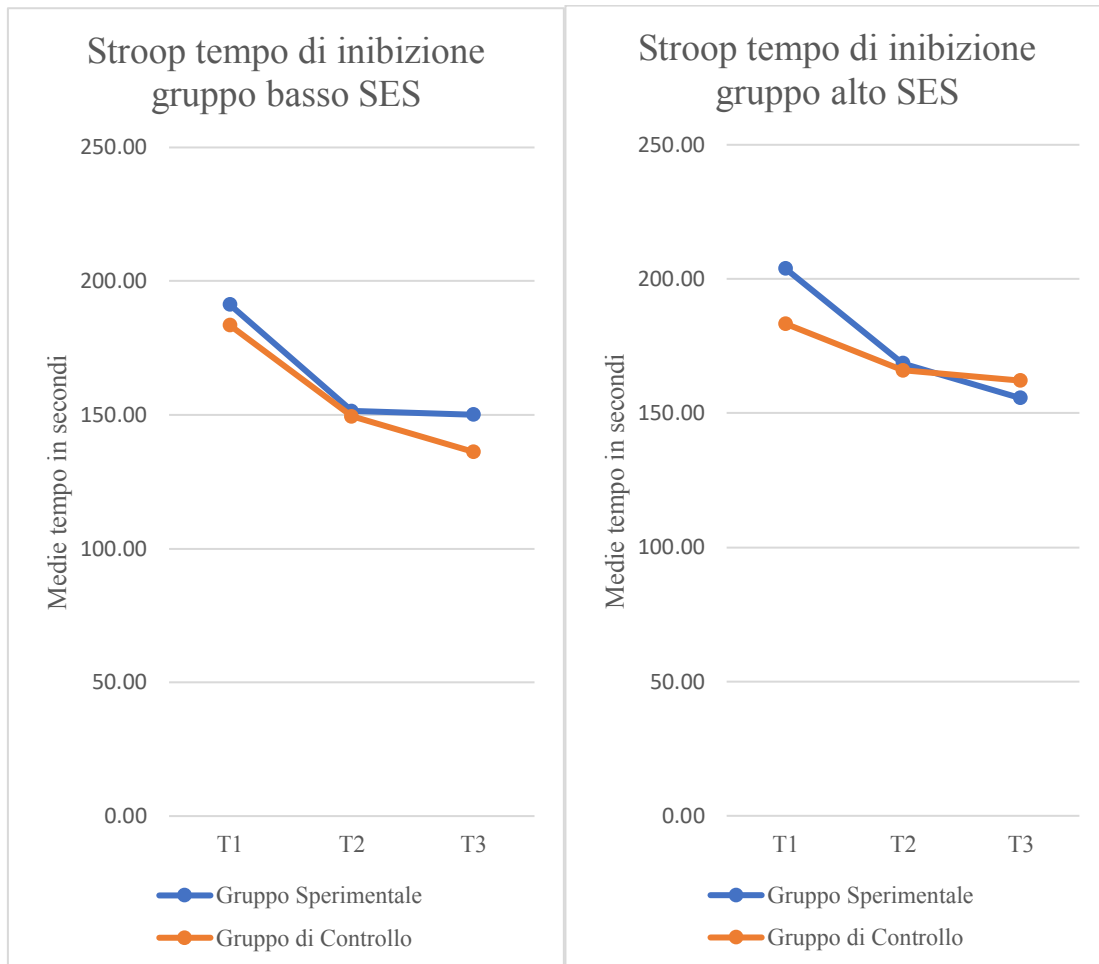


Figura 19: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova Stroop tempo di inibizione, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova Stroop tempo di inibizione.

Stroop errori totali

$F(2,128)=7.368$; $p=.001$; $\eta^2_p=.103$.

Non emergono invece differenze statisticamente significative per le interazioni tempo*SES, tempo*gruppo, tempo*gruppo SES, tempo*gruppo*gruppo SES.

Si evince invece un effetto statisticamente significativo riferito al fattore gruppo SES:

$F(1,64)=4.308$, $p=.042$, $\eta^2_p=.063$.

Non emergono differenze statisticamente significative per i fattori gruppo e gruppo SES.

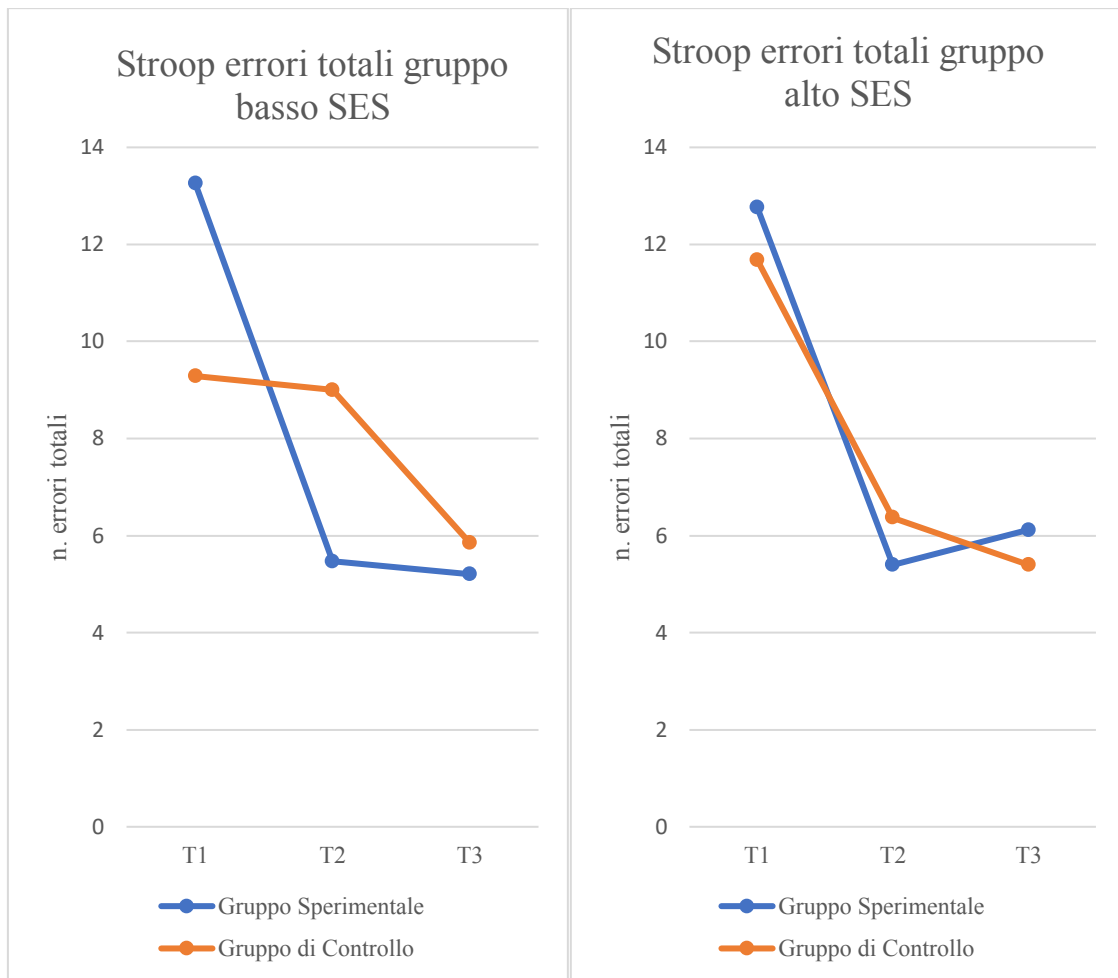


Figura 20: a sinistra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo a basso SES nella prova Stroop errori totali, a destra grafico delle medie dei gruppi sperimentali e dei gruppi di controllo ad alto SES nella prova Stroop errori totali.

Discussione

attraverso un training di coding porta a miglioramenti sia nelle capacità di PC, che nel controllo esecutivo, in bambini di prima primaria (Arfè et al., 2019; Di Lieto et al., 2020). Le attività di coding virtuale strutturato possono portare a miglioramenti soprattutto nelle abilità di pianificazione e inibizione della risposta, e potenziare le abilità di problem solving (Arfè et al., 2019).

Queste abilità supportano il controllo cognitivo dei bambini, i comportamenti diretti ad un obiettivo e la risoluzione dei problemi (Miyake et al., 2000): risulta quindi evidente la loro importanza nei processi di sviluppo dei bambini.

1.6 è stato discusso il ruolo dello status socio-economico esecutivo: SES e funzioni esecutive sono statisticamente correlati (Lawson et al., 2018). Tuttavia, gli studi in questo campo sono ancora pochi, e non tutti concordano nel sostenere l'importanza dello status socio-economico. Lo status socio-economico può apportare sullo sviluppo di tali abilità rimane perciò ancora fonte di incertezza.

Il nostro studio è stato dunque di pensiero computazionale e il potenziamento delle funzioni esecutive mostrati dai bambini in risposta a un training di coding siano stati influenzati o meno dallo status socio-economico dei partecipanti.

Prova di Pensiero Computazionale

evidenziato un effetto statisticamente significativo rispetto al fattore tempo : il punteggio ottenuto dai bambini risulta aumentare tra le prestazioni (T1, T2, T3). Invece, al contrario di quello che ci saremmo aspettati, il tempo di pianificazione non aumenta in maniera statisticamente significativa.

Sono emerse inoltre delle differenze tra i fattori tempo*gruppo e tempo*gruppo SES. In particolare, sia il gruppo sperimentale che il gruppo di controllo risultano migliorare nelle prestazioni tra T1 e T2, ma con il gruppo sperimentale (-1.590) maggiore rispetto al gruppo di controllo (d=-1.122). Questa differenza è al di sotto delle nostre aspettative, in quanto il gruppo sperimentale, tra le valutazioni T1 e T2, è stato sottoposto al training, a differenza del gruppo di controllo che vi ha partecipato solo in seguito. Il gruppo di controllo migliora in maniera statisticamente significativa e con una differenza (d=-1.237) al gruppo sperimentale, tra il T2 e il T3, ovvero tra le valutazioni prima e dopo il training di coding.

Per quanto riguarda le interazioni tempo*gruppo SES, il gruppo a basso SES sembra migliorare maggiormente rispetto al gruppo ad alto SES sia tra il T1 e il T2, che tra il T2 e il T3. Questi risultati potrebbero essere dovuti al fatto che al tempo T1 il gruppo alto SES avesse un punteggio di accuratezza significativamente più alto rispetto al gruppo basso SES. Infatti, alla prestazione a T3 i punteggi ottenuti dai due gruppi SES sono equiparabili.

Prova di pianificazione

Dalla prova di pianificazione non sono emerse differenze statisticamente significative rispetto al fattore tempo nel tempo di pianificazione della prova. Sono tuttavia emerse delle differenze statisticamente significative nel tempo di pianificazione tra il T1 e il T2 del gruppo sperimentale ad alto SES (tempo*gruppo*gruppo SES). In particolare, il tempo di pianificazione aumenta in maniera statisticamente significativa tra il T1 e il T2 del gruppo sperimentale ad alto SES. Potremmo quindi ipotizzare che il gruppo sperimentale ad alto SES, dopo la partecipazione al training di coding, aumenti la sua capacità di pensare e programmare le proprie azioni prima di metterle in atto.

o in luce, come ci saremmo aspettate, un miglioramento del gruppo sperimentale tra T1 e T2, e un miglioramento tra T2 e T3 del

gruppo di controllo. Il training di coding sembra quindi portare un miglioramento significativo nelle abilità di pianificazione dei partecipanti di entrambi i gruppi.

Prove di inibizione

Le analisi della varianza svolte sui dati relativi alla prova di NESPY II evidenziano un decremento nei tempi di inibizione in tutti i partecipanti tra il T1, T2 e T3.

Rispetto agli errori totali commessi nella prova di NESPY II è stato riscontrato un generale decremento degli errori per tutti i gruppi tra i tempi T1, T2 e T3.

Indipendentemente dalla condizione sperimentale e dal fattore SES, quindi, tutti i partecipanti riescono a svolgere la prova in sempre meno tempo e commettendo sempre meno errori, aumentano quindi

Sono emerse differenze statisticamente significative rispetto alle interazioni tempo*gruppo e tempo*gruppo SES nel numero di errori totali. In particolare, il gruppo

($d=.841$), così come il gruppo di controllo a basso SES migliora con una grandezza .899) tra il T2 e il T3, come ci saremmo aspettati. Anche il gruppo

sperimentale della scuola ad alto SES migliora le sue prestazioni tra il T1 e il T2, tuttavia

($d=-.701$) lievemente minore rispetto al gruppo sperimentale basso SES. Analogamente, il gruppo di controllo ad alto SES migliora tra il T2 e il T3, rispetto

a quella del gruppo di controllo a basso SES. Potremmo ipotizzare che queste differenze

inizialmente: il gruppo basso SES alla prova T1 ha commesso circa il doppio degli errori rispetto al gruppo alto SES.

i della varianza svolta sui dati relativi alla prova di Stroop sono emerse delle differenze statisticamente significative per il tempo di inibizione e il numero di errori commessi solamente rispetto al fattore tempo: sia il tempo di inibizione che gli errori totali diminuiscono in tutti i gruppi tra i tempi T1, T2 e T3.

Il fattore SES, quindi, non sembra essere rilevante nei risultati rispetto a questa prova.

Conclusioni

Dalle analisi condotte in questo studio sono state evidenziate delle differenze tra i miglioramenti della condizione sperimentale rispetto a quella di controllo: entrambi i gruppi risultano, in linea generale, migliorare nel tempo, mostrando però delle differenze nelle grandezze . Nella maggioranza dei casi, come ci saremmo aspettate, il gruppo sperimentale mostra un miglioramento maggiore rispetto al gruppo di controllo tra i tempi T1 e T2, mentre il gruppo di controllo mostra un miglioramento maggiore rispetto al gruppo sperimentale tra il T2 e il T3.

Il training di coding sembra quindi avere un effetto positivo nelle funzioni esecutive e nelle abilità di pensiero computazionale dei partecipanti.

Rispetto alla variabile SES sono emersi dei risultati interessanti.

I due gruppi alto e basso SES partivano da un livello equiparabile nella maggior parte delle prove. Differivano solamente nel numero di errori totali della prova Stroop, dove il gruppo basso SES commetteva circa il doppio degli errori del gruppo alto SES, nel tempo di pianificazione della prova di coding, dove il gruppo basso SES mostrava dei tempi di pianificazione più lunghi rispetto al gruppo alto SES, coding, dove il gruppo alto SES otteneva un punteggio maggiore rispetto al gruppo basso SES. Nonostante queste differenze nella prova di coding, i due gruppi arrivano, alla valutazione T3, ad avere dei risultati omogenei per quanto riguarda sia il tempo di pianificazione (addirittura il gruppo basso SES mostra un punteggio leggermente più alto del gruppo alto SES, nonostante partisse svantaggiato). Anche nella prova di Stroop numerico, nonostante la grande differenza iniziale nel numero di errori, i partecipanti arrivano ad avere delle prestazioni simili al T3.

Alla luce dei risultati emersi da queste analisi, risulterebbe dunque interessante continuare e approfondire la ricerca in questo campo, per comprendere fino a che punto la variabile SES possa influenzare le prestazioni dei partecipanti e se questo effetto possa essere mediato da altre variabili. Sarebbe quindi utile a questo scopo ampliare le informazioni raccolte partecipare al progetto, raccogliendo informazioni circa lo stile genitoriale, la qualità del

supporto genitoriale

del figlio.

longitudinale, in modo da verificare se il SES possa influenzare in modo statisticamente significativo le prestazioni degli alunni durante la scuola primaria.

Per quanto riguarda le misurazioni effettuate nella prova di pensiero computazionale, software CoThi, ione che, tra le molteplici funzioni, consente di raccogliere le misurazioni dei tempi di pianificazione ed esecuzione alla prova di coding in modo accurato e standardizzato, rendendo quindi la misura priva di influenza da parte dello sperimentatore.

La stessa strategia, in futuro, potrebbe essere applicata anche alle misurazioni relative alle prove di valutazione delle funzioni esecutive. Quando si devono cronometrare dei tempi brevi, come spesso accade per i tempi di pianificazione nella Torre di Londra, la precisione nella misura è estremamente importante. Poter usufruire di uno strumento che risenta raccolta di misure molto più precise.

Concludendo, la discussione rispetto alle differenze di status socio-economico è oggi un argomento attuale e dibattuto; ampliare le conoscenze riguardo la reale influenza che questo può avere nello sviluppo delle funzioni esecutive nei bambini permetterebbe di implementare degli interventi a carattere preventivo di offrire a tutti gli studenti le stesse possibilità di apprendimento, indipendentemente alla variabile SES.

Bibliografia

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD Education Working Papers, No. 41. In *OECD Publishing (NJI)*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001). Development of Executive Functions Through Late Childhood and Adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385–406.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5
- Educational Level on the Development of Executive Functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539–560. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2801_5
- Arfé, B., & Vardanega, T. (2019). Imparare a ragionare: Il ruolo del pensiero computazionale a scuola. *Giornale italiano di psicologia*, 4/2019. <https://doi.org/10.1421/95548>
- Arfé, B., Vardanega, T., Montuori, C., & Lavanga, M. (2019). Coding in Primary Grades
Frontiers in Psychology, 10.
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.02713>
- Arfé, B., Vardanega, T., & Ronconi, L. (2020). The effects of coding and inhibition skills. *Computers & Education*, 148, 103807.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103807>
- Baddeley, A. (1986). *Working memory* (pagg. xi, 289). Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, & Hitch, G. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485–493. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Barkley, R. A. (2012). *Executive Functions: What They Are, How They Work, and Why They Evolved*. Guilford Press.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20–23.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ918910>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>

- Binkley, Erstad, Herman, & Raizen. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills* | SpringerLink. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Blums, A., Belsky, J., Grimm, K., & Chen, Z. (2017). Building Links Between Early Socioeconomic Status, Cognitive Ability, and Math and Science Achievement. *Journal of Cognition and Development, 18*(1), 16–40. <https://doi.org/10.1080/15248372.2016.1228652>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. 25.*
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive Functions in Children Aged 6 to 13: A Dimensional and Developmental Study. *Developmental Neuropsychology, 26*(2), 571–593. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3
- Burgess, P. W., Veitch, E., de Lacy Costello, A., & Shallice, T. (2000). The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia, 38*(6), 848–863. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00134-7)
- Chao, P.-, , design and performance of problem-solving through a visual programming environment. *Computers & Education, 95*, 202–215. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.010>
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012). Reasoning, Learning, and Creativity: Frontal Lobe Function and Human Decision-Making. *PLOS Biology, 10*(3), e1001293. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293>
- Conway, A., Waldfogel, J., & Wang, Y. (2018). Parent education and income gradients in *Children and Youth Services Review, 91*, 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2018.06.009>
- De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J.-A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative Data From the Cantab. I: Development of Executive Function Over the Lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 25*(2), 242–254. <https://doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639>
- Dehn, M. J. (2011). *Working Memory and Academic Learning: Assessment and Intervention.* John Wiley & Sons.
- Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G., & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in*

Human Behavior, 71, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>

Di Lieto, M. C., Pecini, C., Castro, E., Inguaggiato, E., Cecchi, F., Dario, P., Cioni, G., & Sgandurra, G. (2020). Empowering Executive Functions in 5- and 6-Year-Old Typically Developing Children Through Educational Robotics: An RCT Study. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.03084>

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool Program Improves Cognitive Control. *Science (New York, N.Y.)*, 318(5855), 1387–1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>

Diamond, A., & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control:

Developmental Psychobiology, 29(4), 315–334. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2302\(199605\)29:4<315::AID-DEV2>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2302(199605)29:4<315::AID-DEV2>3.0.CO;2-T)

Espy, K. A., Kaufmann, P. M., McDiarmid, M. D., & Glisky, M. L. (1999). Executive Functioning in Preschool Children: Performance on A-Not-B and Other Delayed Response Format Tasks. *Brain and Cognition*, 41(2), 178–199. <https://doi.org/10.1006/brcg.1999.1117>

Evans, G., & Schamberg, M. (2009). Childhood Poverty, Chronic Stress, and Adult Working Memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 6545–6549. <https://doi.org/10.1073/pnas.0811910106>

Faes, A. (2021). *Coding tangibile: La sua evoluzione e i vantaggi di utilizzo - Edutech*. <https://www.edutech.it/education/blog-edu/item/41-coding-tangibile-la-sua-evoluzione-e-i-vantaggi-di-utilizzo.html>

Fancello, Vio, & Cianchetti. (2006). *Test TOL - Torre di Londra (Test di valutazione delle funzioni esecutive) Erickson*. <https://www.libreriauniverso.it/>

Annual Review of Psychology, 50(1), 21–45.

<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.50.1.21>

Flórez, Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a Programming. *Review of Educational Research*, 87(4), 834–860.

- 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>
- Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology*, *18*(3), R110–R114. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.12.014>
- Gioia, Isquith, & Guy. (2016). *BRIEF2. Test di valutazione delle funzioni esecutive in età scolare*. <https://www.hogrefe.it/catalogo/test/bambini-e-adolescenti/brief2-behavior-rating-inventory-executive-function-second-edition/>
- Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, *18*(5), 686–702. <https://doi.org/10.1111/desc.12246>
- Hooper, C. J., Luciana, M., Conklin, H. M., & Yarger, R. S. (2004).
 on the Iowa Gambling Task: Implications for the Development of Decision Making and Ventromedial Prefrontal Cortex. *Developmental Psychology*, *40*(6), 1148–1158.
<https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.6.1148>
- Ioannidou, A., Bennett, V., Repenning, A., Koh, K. H., & Basawapatna, A. (2011).
 Computational Thinking Patterns. *Online Submission*.
- Jacques, S., & Zelazo, P. D. (2001). The Flexible Item Selection Task (FIST): A Measure of Executive Function in Preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, *20*(3), 573–591.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2003_2
- 12 students: Code.org.
Computers in Human Behavior, *52*, 200–210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>
- Korkman, Kirk, & Kemp. (2007). *NEPSY-II Review: Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2007). NEPSY Second Edition (NEPSY-II). San Antonio, TX: Harcourt Assessment John L. Davis, Robb N. Matthews, 2010.*
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734282909346716>
- Lamar, M., & Resnick, S. M. (2004). Aging and prefrontal functions: Dissociating orbitofrontal and dorsolateral abilities. *Neurobiology of Aging*, *25*(4), 553–558.
<https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2003.06.005>
- Lawson, G. M., Hook, C. J., & Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, *21*(2), e12529. <https://doi.org/10.1111/desc.12529>

- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. <https://doi.org/10.1348/026151003321164627>
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment, 3rd ed* (pagg. xviii, 1026). Oxford University Press.
- Lezak, P. of N. P. and N. M. D., Lezak, M. D., Howieson, A. P. of N. and P. D. B., Howieson, D. B., Loring, P. of N. D. W., Loring, D. W., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press.
- Lipina, S., Martelli, M., Vuelta, B., & Colombo, J. (2005). Performance on the A-not-B Task of Argentinean Infants from Unsatisfied and Satisfied Basic Needs Homes. *Undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Performance-on-the-A-not-B-Task-of-Argentinean-from-Lipina-Martelli/6fa12d6b3333c0750efedad88ee9bd72360c7faa>
- Lodi, M., Martini, S., & Nardelli, E. (2017). Abbiamo davvero bisogno del pensiero computazionale? *Mondo Digitale*, 72, 1. <https://hal.inria.fr/hal-01656340>
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36(3), 273–293. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00109-7](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7)
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (2002). Assessment of Neuropsychological Function Through Use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: Performance in 4- to 12-Year-Old Children. *Developmental Neuropsychology*, 22(3), 595–624. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2203_3
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of Cognitive Processes From Late Childhood to Adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357–1372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Marzocchi, G. M., & Valagussa, S. (2011). *Le funzioni esecutive in età evolutiva Modelli neuropsicologici, strumenti diagnostici, interventi riabilitativi* FrancoAngeli. https://www.francoangeli.it/Ricerca/scheda_Libro.aspx?codiceISBN=9788856840025
- Marzocchi, Re, & Cornoldi. (2010). *Batteria per la valutazione dei bambini con deficit di attenzione ADHD Erickson*. <https://www.libreriauniverso.it/>
- Maylor, E. A., Moulson, J. M., Muncer, A.-M., & Taylor, L. A. (2002). Does performance on theory of mind tasks decline in old age? *British Journal of Psychology*, 93(4), 465–485. <https://doi.org/10.1348/000712602761381358>

- McNerney, T. S. (2004). From turtles to Tangible Programming Bricks: Explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5), 326–337. <https://doi.org/10.1007/s00779-004-0295-6>
- Metin, S. (2022). Activity-based unplugged coding during the preschool period. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 149–165. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09616-8>
- 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 *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Nardelli, E. (2017). *Informatica nella scuola: Disciplina fondamentale e trasversale, ovvero*. . 5.
- Nardelli, E. (2020). <https://www.lafeltrinelli.it/coding-oltre-informatica-nella-scuola-libro-vari/e/9788892810426>
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220–246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464–480. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x>
- Noble, K. G., Norman, M. F., & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 8(1), 74–87. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x>
- 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
- Pham, A. V., & Hasson, R. M. (2014). Verbal and Visuospatial Working Memory as Predictors *Archives of Clinical Neuropsychology*, 29(5), 467–477. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu024>
- Raviv, T., Kessenich, M., & Morrison, F. J. (2004). A mediational model of the association

between socioeconomic status and three-year-old language abilities: The role of parenting factors. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(4), 528–547.

<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.10.007>

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67.

<https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>

Robertson, J., Gray, S., Toye, M., & Booth, J. (2020). The relationship between Executive Functions and Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(4), 35–49. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i4.76>

Rogers, M. A., Kasai, K., Koji, M., Fukuda, R., Iwanami, A., Nakagome, K., Fukuda, M., & Kato, N. (2004). Executive and prefrontal dysfunction in unipolar depression: A review of neuropsychological and imaging evidence. *Neuroscience Research*, 50(1), 1–11.

<https://doi.org/10.1016/j.neures.2004.05.003>

Román-González, M., Pérez-González, J.-C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>

Scharf, F., Winkler, T., & Herczeg, M. (2008). Tangicons: Algorithmic reasoning in a collaborative game for children in kindergarten and first class. *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children*, 242–249.

<https://doi.org/10.1145/1463689.1463762>

Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63(3), 289–298.

<https://doi.org/10.1007/s004269900007>

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>

Williams, P. G., & Thayer, J. F. (2009). Executive Functioning and Health: Introduction to the Special Series. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 101–105.

<https://doi.org/10.1007/s12160-009-9091-x>

- Wing. (2008). *Computational thinking and thinking about computing* | *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*.
https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsta.2008.01118?casa_token=HvkncrnFDIkAAAAA%3Ay-tW5-J2J_d8oMuBEGtY-HPsfPliFxfjomi9wgORKuWj1JVoXWvywgAqHUGEDVqiuq3eeBO8_Ixs92w
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zelazo, P. D., Craik, F. I. M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115(2), 167–183. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.12.005>
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). The Balance Beam in the Balance: Reflections on Rules, Relational Complexity, and Developmental Processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81(4), 458–465. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2667>
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J. K., Hongwanishkul, D., Schuster, B. V., Sutherland, A., & Carlson, S. M. (2003). The Development of Executive Function in Early Childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), i–151. <https://www.jstor.org/stable/1166202>

Ringraziamenti

Vorrei dedicare questo spazio a chi ha contribuito alla realizzazione di questo elaborato. Innanzitutto, ringrazio la mia relatrice, la Prof.ssa Barbara Arfè, per la possibilità di partecipare a questo incredibile progetto, stimolante dal punto di vista accademico e personale.

Ringrazio la Dott.ssa Chiara Montuori per avermi aiutata tempestivamente in ogni fase di questo percorso di tesi. Grazie per la pazienza avuta nei miei confronti e per la grande passione e dedizione verso il Suo lavoro, porterò sempre con me i Suoi insegnamenti. Sono immensamente riconoscente a tutti gli insegnanti e i bambini che ci hanno permesso di realizzare questo progetto di ricerca, per la disponibilità, la collaborazione, e mostrati in questi mesi.

Ai miei genitori, Cristina e Francesco, e a tutta la mia famiglia allargata, che porta un valore aggiunto alla mia vita, dico grazie per essermi stati accanto durante questi tre anni. Ringrazio mia madre, per il supporto morale e i consigli che mi hanno aiutata a prendere le decisioni giuste e a non lasciarmi abbattere di fronte alle difficoltà.

I miei fratelli, Martina e Roberto, e mia nonna Lorena, per essere parte fondamentale della mia vita e per aver contribuito concretamente al raggiungimento di questo traguardo. Alessia, Sara, Giovanni, Gioacchino e tutti i miei amici, per essermi stati vicino quando ne avevo bisogno, per essere stati i miei compagni di studio e per tutti i momenti di spensieratezza passati insieme. Non posso nominarvi tutti, ma sappiate che sono infinitamente grata per la vostra amicizia, vi voglio bene.