



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

**Corso di laurea in Scienze psicologiche dello sviluppo, della personalità e delle
relazioni interpersonali**

Elaborato finale

**“Educazione al Pensiero Computazionale: una ricerca sulle
differenze di genere nel coding e nelle abilità cognitive nei
bambini di quarta elementare”**

**“Education in Computational Thinking: A Study on Gender Differences in
Coding and Cognitive Abilities in Fourth Grade Children”**

Relatrice

Prof.ssa/Prof. Barbara Arfè

Correlatrice

Dott.ssa Costanza Padova

***Laureanda:* Nonis Elisa**

***Matricola:* 2045776**

Anno accademico 2023/2024

Indice

Introduzione	5
1. Il pensiero computazionale	7
1.1 Che cos'è?	7
1.2 Perché insegnarlo a scuola?	8
1.3 Che legame ha con il coding?	10
2. Differenze di genere tra STEM, pensiero computazionale e abilità cognitive	13
2.1 Differenze di genere nelle STEM	13
2.2 Differenze di genere nel pensiero computazionale	15
2.3 Differenze di genere nelle prestazioni cognitive.....	15
3. Lo studio	18
3.1 Obiettivi	18
3.2 Disegno sperimentale	18
3.3 Campione	20
3.4 Strumenti	21
3.3.1 Mental Rotation Test Cubes.....	21
3.3.2 Fluenza fonemica	22
3.3.3 Matrici Progressive di Raven.....	23
3.3.4 Abilità di coding.....	24
4. Risultati	26
4.1 Analisi preliminari dei dati	26
4.2 Analisi differenze di genere nel coding	27
4.3 Analisi differenze di genere nell'apprendimento del coding.....	29
4.4 Analisi differenze di genere nelle abilità cognitive	31
4.5 Analisi correlazioni tra abilità cognitive e computazionali	32
5. Discussione	34
6. Conclusioni	36
6.1 Limiti e sviluppi futuri	36

Introduzione

La maggior parte delle persone tende ad associare i campi scientifici e matematici con il “maschile” e i campi artistici e umanistici con il “femminile” (Hill et al., 2015). Questi pregiudizi possono influenzare non solo gli atteggiamenti degli individui verso le altre persone in base al sesso, ma possono anche influenzare la probabilità delle ragazze e delle donne di coltivare il proprio interesse per la matematica e le scienze. Difatti è presente un forte divario di genere nel campo della scienza e della tecnologia che richiede grande interesse sia dal punto di vista teorico che pratico (Hill et al., 2010). Secondo Sullivan et al. (2012), l’infanzia è un periodo critico in cui è necessario introdurre le bambine ai campi delle scienze e delle tecnologie prima che pregiudizi di genere emergano nelle età successive. A sostegno di quest’ipotesi, l’Unione Europea ha ideato un piano d’azione per l’istruzione digitale con l’obiettivo di colmare il divario di genere presente in quest’ambito introducendo, nelle scuole dell’obbligo, concetti di base dell’informatica. Attraverso le materie informatiche è possibile sviluppare il pensiero computazionale, il quale permette di risolvere i problemi della programmazione, ma anche della vita quotidiana, in maniera efficiente e creativa.

Il progetto CoThi ha indagato in cinque classi quarte della scuola primaria, la presenza di differenze di genere nelle capacità cognitive attraverso la somministrazione di test che esaminano le abilità visuo-spaziali (Mental Rotation Test), le abilità verbali (fluenza fonemica) e le abilità legate all’intelligenza non verbale (Matrici di Raven). In seguito, gli studenti hanno svolto delle prove di coding al computer che richiedevano di individuare la sequenza di istruzioni corretta per consentire al personaggio di raggiungere l’obiettivo; questi esercizi permettono di valutare le abilità di pensiero computazionale. Lo studio si è posto l’obiettivo di indagare se anche nelle abilità di coding potessero essere rilevabili delle differenze di genere. Infine, attraverso i dati raccolti dalle prove, è stato possibile verificare se le differenze di genere nelle abilità nel coding sono il risultato delle differenze nelle abilità cognitive di base misurate.

Allo studio hanno partecipato 89 bambini (M = 40, F = 49) di cui 55 facenti parte della condizione sperimentale e 34 della condizione di controllo. Il disegno sperimentale prevedeva la suddivisione in tre tempi: prima dell’intervento (T1), attività di training (1 mese), dopo l’intervento (T2). Nella fase che precede l’intervento (T1) sono state valutate le capacità cognitive dei bambini, i quali hanno anche potuto testare le loro abilità di coding svolgendo quattro prove di difficoltà crescente, ognuna delle quali preceduta da una prova di esempio. Nella fase di training i bambini del gruppo sperimentale hanno frequentato 8 incontri di 1 ora ciascuno, in aula informatica durante i quali potevano allenare le abilità di pensiero

computazionale con diversi esercizi di difficoltà crescente. Nella fase di valutazione successiva all'intervento (T2), sono state proposte a bambini e bambine le medesime attività di coding per poter registrare l'apprendimento di queste abilità, valutando la differenza dei punteggi ottenuti a T2 con quelli ottenuti a T1.

I dati raccolti dalle prove che esaminano le prestazioni cognitive non mostrano differenze di genere, così come non emergono differenze di genere significative nel coding a T1. A T2 invece i risultati mostrano che i maschi hanno prestazioni migliori, motivo per cui l'apprendimento va a favore loro. Tra i test che misurano le capacità cognitive, a differenza dei risultati ottenuti da Kheloui et al. (2023) e Levine et al. (2016), non emergono differenze di genere statisticamente significative, ma è stato possibile trovare dei legami di correlazione positivi e altamente significativi tra le Matrici Colorate di Raven e l'accuratezza nel coding registrata a T1 e T2. Sembrerebbe quindi che in questo studio le abilità cognitive non rivestano un ruolo di mediazione sulle differenze di genere nelle capacità di coding.

1. Il pensiero computazionale

Wing (2006, pp 33-35) è stata la prima autrice a introdurre l'espressione "pensiero computazionale" in un articolo intitolato *Communications of the ACM* definendolo come il processo mentale che consente di risolvere problemi di varia natura, seguendo procedure tipiche dell'informatica. Nel panorama italiano il termine è comparso in passato nella legge 107/2015 la quale individuava tra gli obiettivi formativi prioritari (comma 7 lettera h) lo sviluppo delle competenze digitali degli studenti dando particolare importanza al pensiero computazionale dove però non veniva chiaramente espresso il suo legame con le altre discipline. Ad oggi, invece, il nuovo documento evidenzia che il suo scopo primario è educare a una forma di pensiero. Ma che cos'è concretamente il pensiero computazionale? Perché dovrebbe venire insegnato a scuola? Come può essere stimolato nei giovani?

1.1 Che cos'è?

Wing (2006) descrive il pensiero computazionale come un tipo di pensiero analitico oppure come un approccio concettuale all'informatica che permette di risolvere problemi, modellare situazioni e progettare sistemi e utilizza questo termine per indicare l'atto di pensare come uno scienziato informatico. Il termine trova il suo significato nella scomposizione logica di un problema e nell'elaborazione sistematica di un algoritmo adatto a risolverlo (Grover & Pea, 2013). Si tratta di una combinazione tra pensiero logico, aritmetico, scientifico e innovativo insieme a qualità come la creatività e l'intuizione (Curzon et al., 2009). Nonostante le numerose opinioni discordanti su ciò che si intende con questo termine, la maggior parte concorda nel considerare il pensiero computazionale come un'abilità che ha un ruolo importante nel XXI secolo (Mohaghegh & McCauley, 2016).

In accordo con la definizione di Wing (2006), pensare in maniera computazionale non significa pensare come un computer, ma piuttosto impegnarsi in cinque processi cognitivi con l'obiettivo di risolvere i problemi in modo efficiente e creativo. Questi processi sono:

1. **Decomposizione del problema:** indica l'atto di scomporre un problema complesso in problemi di minore difficoltà, che elaborati secondo una precisa sequenza, permettono di giungere a una soluzione;
2. **Pensiero algoritmico:** la capacità di formulare un problema tale che ammetta una soluzione che può essere eseguita da un essere umano, un calcolatore o da una combinazione dei due;
3. **Verifica logica:** l'attività di verificare il ragionamento logico sottostante la risoluzione di un problema per individuare possibili errori (prende il nome di fase di debug o debugging

se si vuole indicare l'azione) o strade più efficienti e/o sintetiche;

4. **Astrazione:** consiste nella semplificazione e categorizzazione dei problemi, individuando gli aspetti importanti ai fini della soluzione, e quelli invece da non considerare;
5. **Generalizzazione:** abilità di estrarre dal mondo delle regolarità, apprendere delle procedure e delle strategie e applicarle in contesti diversi rispetto a quelli in cui sono stati appresi.

L'astrazione è l'elemento principale alla base del pensiero computazionale (Wing, 2008) in cui le persone raccolgono informazioni rilevanti da sistemi complessi e trovano caratteristiche comuni tra rappresentazioni diverse (Wing, 2010). Oltre all'astrazione e alla riformulazione del problema, Barr e Stephenson (2011) sostengono che il pensiero computazionale consiste anche nell'organizzazione e analisi dei dati, nell'automazione e nell'efficienza. Con automazione si intende far funzionare automaticamente un processo o un sistema; efficienza significa creare soluzioni ottimali. Barr e colleghi includono anche alcune disposizioni come la fiducia, la persistenza in relazione alla risoluzione di problemi complessi e la capacità di lavorare bene in gruppo. Sottolineano anche l'importanza del debugging, cioè l'identificazione e la correzione degli errori quando le soluzioni non funzionano come previsto. In un rapporto completo del *National Research Council*, il pensiero computazionale è costituito da cinque elementi essenziali e universali in tutti i domini (NRC, 2010): (1) verifica delle ipotesi; (2) gestione dei dati; (3) parallelismo; (4) astrazione; (5) debug. Quando si deve risolvere un problema complesso in qualsiasi ambito, è necessario generare e testare delle ipotesi per capire come funziona il sistema. La gestione dei dati implica la raccolta da varie fonti, l'elaborazione di modelli di dati e la loro rappresentazione in modo significativo. Il parallelismo si riferisce all'elaborazione simultanea di informazioni provenienti da più fonti o dimensioni. L'astrazione, come detto precedentemente, permette di semplificare e categorizzare il problema. Infine, il debugging si riferisce alla correzione di errori dopo la creazione dei modelli.

1.2 Perché insegnarlo a scuola?

Esistono diverse evidenze a favore dell'insegnamento del pensiero computazionale nelle scuole. Il 22 febbraio del 2018, al Miur è stato presentato il documento "Indicazioni nazionali e nuovi scenari" in cui vengono discusse diverse tematiche relative all'istruzione tra cui il pensiero computazionale. Quest'ultimo viene descritto come un processo logico creativo che permette di educare al pensiero logico e analitico diretto alla soluzione di problemi. Nella

società contemporanea, dove la tecnologia ha un ruolo predominante, padroneggiare il coding¹ e le abilità derivanti dal pensiero computazionale può aiutare le persone a assumere un ruolo dominante rispetto alle macchine e a comprenderne meglio il funzionamento. Questo consente di valutare in modo critico le tecnologie e di esprimere giudizi informati, diventando utenti consapevoli e proattivi.

La capacità di problem solving, letteralmente “risoluzione di un problema”, è la più importante abilità del pensiero computazionale ed è forse l’abilità che differenzia noi umani (van Merriënboer, 2013). Dato che i problemi che affrontiamo stanno aumentando di complessità, alle nuove generazioni viene richiesto di saper padroneggiare le competenze per poterli affrontare. Proprio per questo motivo è essenziale che le scuole e gli insegnanti lavorino al fine di supportare lo sviluppo di tali abilità (Greiff et al. 2014). Purtroppo, l’istruzione scolastica è spesso lontana dall’insegnare agli studenti le competenze necessarie per risolvere i problemi complessi della vita reale (Resnick 1987). Alla base vi è una incomprensione, difatti si pensa che per insegnare il pensiero computazionale occorra insegnare la programmazione, ma non vero: il coding è solo uno degli strumenti possibili (Arfè & Vardanega, 2019). Secondo l’indagine OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) PISA del 2015 che valuta le competenze di problem solving collaborativo, l’Italia si colloca significativamente sotto la media OCSE con un punteggio di 478 punti e una deviazione standard di 96. L’importanza di insegnare il pensiero computazionale come competenza nelle scuole è stata riconosciuta anche da numerose persone di alto profilo, tra le quali Wing (2006) che promuove il pensiero computazionale come un’abilità vitale per il presente e il futuro, equiparando la sua importanza alla lettura, la scrittura e all’aritmetica. Secondo diversi autori, come ad esempio esprime Philip in un articolo del 2007, bisognerebbe mostrare agli studenti come l’informatica sia qualcosa di più della semplice programmazione, un campo immensamente vasto e uno strumento che può essere utilizzato per risolvere diversi problemi in numerosi settori. Per esempio, la matematica può essere vista come uno strumento da utilizzare per la rappresentazione computazionale e la risoluzione degli ostacoli, insieme alla lingua. I vantaggi del pensiero computazionale sono molteplici, infatti, permette di dotare gli studenti di qualcosa di più della semplice “alfabetizzazione tecnologica”, una conoscenza pratica di come utilizzare il computer per le attività quotidiane. Conferisce agli studenti le potenzialità per essere più efficaci nella risoluzione di problemi in situazioni che esulano dal

¹ Con il termine coding in questo documento si farà riferimento alla programmazione informatica, i due termini saranno utilizzati con significato analogo.

campo dell'informatica, e li incoraggia a creare nuovi strumenti per risolverli al posto di utilizzare strumenti esistenti (Philips, 2007). Nonostante il pensiero computazionale coinvolga una serie di principi fondamentali dell'informatica non si limita a quest'ambito e ai settori tecnologici: anche se uno studente sceglie una carriera diversa dall'informatica, le competenze apprese e sviluppate attraverso il pensiero computazionale gli saranno utili in qualsiasi campo si realizzi (Hunt 2012). Incorporare il pensiero computazionale in programmi di studio non facenti parte del settore dell'informatica richiede un'attenta pianificazione in cui sia insegnanti che personale informatico devono collaborare insieme. Guzdial (2008) propone diverse domande a cui bisogna rispondere per determinare l'approccio migliore per mezzo del quale insegnare le abilità di base del pensiero computazionale. È importante determinare correttamente il livello di comprensione dei principi dell'informatica da parte degli studenti non informatici e quali aree pongono le sfide più significative a loro. Per contribuire ad aprire la strada al pensiero computazionale in classe è necessario rivedere e migliorare il modo in cui l'informatica viene insegnata come sostengono Guzdial (2008) e Barr et al., (2011). Due aree di ricerca sono particolarmente importanti per questo obiettivo: (1) l'interazione uomo-computer; (2) la didattica dell'informatica. Il primo punto comporta l'esplorazione di nuovi metodi con cui gli esseri umani interagiscono con i computer, mentre il secondo prevede l'analisi di come gli esseri umani raggiungono la comprensione dei principi dell'informatica.

Wing (2008) mette in guardia dal lasciare che lo "strumento" (ovvero il computer, il linguaggio di programmazione, ecc.) ostacoli una solida comprensione del concetto. Così come insegnare a un bambino le operazioni aritmetiche solo con la calcolatrice ostacola la sua comprensione delle abilità matematiche di base, allo stesso modo insegnare a uno studente a programmare, creare programmi e formulare soluzioni senza insegnarli i passaggi corretti per scomporre un problema ostacolerà la sua comprensione dei principi fondamentali.

1.3 Che legame ha con il coding?

La strada che porta alla soluzione del problema può essere percorsa da un uomo o da una macchina (intesa come computer, calcolatore), per questa ragione le abilità derivanti dall'affinamento del pensiero computazionale possono essere trasferite e applicate ai problemi quotidiani (Bucciarelli, 2019). Le competenze del pensiero computazionale non coincidono con quelle della programmazione (Ioannidou et al., 2011), ma la capacità di programmare è un vantaggio della capacità di pensare in modo computazionale (Israel et al., 2015). Inoltre, secondo Arfè et al. (2019) il coding è lo strumento tramite cui poter insegnare le abilità che derivano dal pensiero computazionale, soprattutto nella scuola primaria. Come già spiegato nel

paragrafo precedente le attività di pensiero computazionale non necessariamente richiedono l'utilizzo di un computer, allo stesso modo il coding può essere insegnato utilizzando un computer come supporto (coding *plugged*) oppure senza strumenti digitali, ad esempio a livello cartaceo (coding *unplugged*) (Arfè et al., 2019). Bisogna però tenere a mente che la programmazione non è altro che uno strumento del pensiero computazionale, ma non ne rappresenta pienamente il significato. Nel contesto di sviluppo del software, il coding è riconosciuto come una fase in cui si scrive fisicamente il programma, appartenente al processo di programmazione che comprende anche la progettazione, lo sviluppo di algoritmi, di test, di debug, di documentazione e manutenzione.

A metà degli anni '80, i risultati di diversi studi hanno suggerito che l'insegnamento della programmazione non riesce a favorire lo sviluppo di abilità di pensiero di ordine superiore (Sleeman, 1986). Alcuni autori sostengono che la colpa è del modo in cui la programmazione viene insegnata, altri, invece, danno la colpa alla natura stessa della programmazione (Sleeman, 1986). Secondo il *National Association for the Education of Young Children*, il *Fred Rogers Center for Early Learning* e il *Children's at Saint Vincent College* (2012) i canali di comunicazione interattivi, inclusa la programmazione, sono piuttosto comuni nella vita dei bambini. È compito dell'insegnante prendere una decisione ben ponderata e informata su come utilizzare in maniera adeguata, allo sviluppo del bambino, la tecnologia. Gran parte dello sviluppo dei bambini avviene mentre giocano. Il coding funziona allo stesso modo: pratiche di codifica accuratamente selezionate e adeguate allo sviluppo forniscono una piattaforma per il gioco dei bambini per promuovere il loro sviluppo complessivo, compreso il pensiero computazionale (Bers 2018b). Inoltre, è stato ben documentato e teorizzato come i bambini imparano efficacemente attraverso il gioco in ambiente di apprendimento interattivi, interagendo con gli oggetti e le persone (Fleer 2013). Il coding permette ai bambini di giocare allo stesso modo in cui giocano nei parchi giochi (Bers 2012, 2018a): comunicando, discutendo, litigando, risolvendo i problemi, muovendosi, facendo delle scelte e seguendo delle regole. Werner, Denner et al. (2012) hanno dimostrato, in seguito a diverse ricerche, che gli studenti delle scuole medie che avevano maggiore accesso ai computer e/o più confidenza con essi, ottenevano risultati migliori negli esercizi di problem solving e nel pensiero algoritmico.

Le attuali raccomandazioni istituzionali emanate in Europa, Canada e Stati Uniti suggeriscono di introdurre il pensiero computazionale attraverso il coding già a partire dalla scuola primaria e di proseguire anche nella scuola secondaria e oltre (Falloon, 2016; Florez et al., Lye & Koh, 2014) con l'obiettivo di favorire non solo l'apprendimento dei concetti di pensiero computazionale e delle abilità correlate, ma anche di sviluppare altre competenze

curricolari come il linguaggio e i concetti matematici. Questo nuovo insegnamento incorporerà tecniche e metodi per risolvere i problemi e far progredire la conoscenza attraverso un modo distinto di pensare che la differenzia dalle altre discipline scolastiche (Fessakis et al., 2013).

2. Differenze di genere tra STEM, pensiero computazionale e abilità cognitive

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, dall'acronimo inglese ICT (Information and Communications Technology) hanno costituito un contributo straordinario alla costruzione della società in cui viviamo oggi. Tuttavia, esiste un forte divario di genere nel campo della scienza e della tecnologia che comporta una grande rilevanza sia teorica che pratica. Molti oggetti di uso quotidiano, come ponti, strade, automobili, carrozzine, computer, sono stati realizzati da figure appartenenti al campo STEM² Quando le figure femminili non sono coinvolte nella progettazione di questi prodotti, bisogni e desideri specifici delle donne potrebbero venire trascurati. Per esempio, un gruppo di ingegneri di prevalentemente genere maschile ha adattato la prima generazione di airbag automobilistici ai corpi di uomini adulti, causando di conseguenza morti evitabili per donne e bambini (Margolis & Fisher, 2002, pp.2-3).

Vi è però la necessità di fare una distinzione: con sesso ci riferiamo a un costrutto multidimensionale comprendente geni, anatomia, gonadi e ormoni che ci definiscono collettivamente come maschi, femmine o intersessuali; il genere si riferisce invece a una serie di ruoli, espressioni e identità costruiti a livello socioculturale (Dedovic et al., 2009, Feingold, 1994). L'interazione tra sesso, variabile biologica, e genere, variabile socioculturale, contribuisce alla perpetuazione di numerosi stereotipi di sesso/genere in tutto il mondo (Miller, 2016). Pochi studi integrano questi fattori di sesso e genere per comprendere al meglio le differenze esistenti nel funzionamento cognitivo (Kheloui et al., 2023).

2.1 Differenze di genere nelle STEM

Il passaggio dalle superiori all'università è un momento cruciale durante il quale molte giovani donne prendono le distanze da un possibile percorso nelle STEM. Nonostante la maggior parte degli studenti sia rappresentato da ragazze, quest'ultime hanno molte meno probabilità dei loro coetanei maschi di pianificare una specializzazione in un settore appartenente alle STEM (Hill et al., 2010). Secondo i dati ricavati dall'ISTAT (Istituto Nazionale di Statistica) nel 2022 circa il 23,8% dei giovani adulti tra 24 e 35 anni aveva conseguito una laurea nelle aree disciplinari STEM; di questi circa il 34,5% è rappresentato da uomini, mentre le donne rappresentano solo il 16,6%.

² L'acronimo STEM viene definito in diversi modi. In questo documento il termine "STEM" si riferisce alle quattro discipline di Science (scienza), Technology (tecnologia), Engineering (ingegneria) e Mathematics (matematica).

Nella ricerca sono emerse due spiegazioni per poter giustificare queste differenze di genere. La prima di queste si delinea a partire dalle ricerche di diversi autori (Halpern e LaMay, 2000; Miller e Halpern, 2014; Girelli, 2022) secondo i quali il divario presente tra il sesso maschile e quello femminile trova origine da differenze innate nelle abilità cognitive alla base delle prestazioni nelle discipline STEM. La seconda spiegazione indica come causa delle differenze di genere i fattori socioculturali, rappresentati dalle disuguaglianze nei sistemi sociali e educativi e gli stereotipi dei ruoli di genere che possono determinare pregiudizi sul come le femmine e i maschi si auto-percepiscono. È stato dimostrato come lo stereotipo secondo il quale le ragazze possiedono un minore interesse per le STEM rispetto ai ragazzi, può provocare una disparità di genere nella motivazione e nell'impegno in attività appartenenti a questo campo (Master et al., 2021).

Wang e Degol invece, dopo aver esaminato una moltitudine di ricerche condotte negli ultimi 30 anni nei diversi campi della psicologia, della sociologia, dell'economia e dell'istruzione, riportano sei spiegazioni principali della sottorappresentanza delle donne nelle aree STEM: (1) abilità cognitive, (2) vantaggi cognitivi specifici, (3) interessi e/o preferenze professionali, (4) valori riguardo lo stile di vita, (5) convinzioni sulle capacità specifiche del campo STEM, (6) stereotipi e pregiudizi legati al genere. Nonostante alcuni di questi fattori siano indubbiamente legati ad aspetti biologici, è ragionevole ritenere che i fattori che influenzano maggiormente la scelta della carriera professionale delle donne siano di tipo socioculturale e non solo biologici (Wang & Degol, 2017). La maggior parte delle ricerche che si sono poste l'obiettivo di studiare le differenze di genere presenti nelle materie STEM si sono concentrate sulla popolazione dalla scuola secondaria in poi (Fisher & Margolis, 2003; Zweben e Aspray, 2004; Frieze, 2005; Anderson et al., 2008; Maloney et al., 2012; Spearman e Watt, 2013; Beyer, 2014; Charles et al., 2014; Charlesworth e Banaji, 2019; Alonso et al., 2021; Gnambs, 2021) mentre solo una minore parte si è focalizzata sull'emergere di queste differenze nella scuola dell'infanzia ed elementare (ad esempio, Montuori, Ronconi, Vardanega & Arfé, 2022), fase di sviluppo in cui iniziano a prendere forma atteggiamenti e credenze di genere nei confronti della tecnologia (Sullivan & Bers, 2016). Uno stereotipo, soprattutto se negativo, può portare infatti i bambini a dubitare di quelle che sono le loro reali capacità e conseguentemente far diminuire il loro interesse verso le discipline appartenenti al campo STEM. Proprio per questo motivo, secondo Sullivan et al., (2016) è importante introdurre le bambine nei campi tradizionalmente maschili della tecnologia e della scienza prima che gli stereotipi di genere emergano.

2.2 Differenze di genere nel pensiero computazionale

Diversi studi hanno riscontrato delle differenze di genere nelle abilità del pensiero computazionale, ma allo stesso tempo altre ricerche non hanno individuato delle differenze, producendo quindi risultati contrastanti. Per esempio, uno studio condotto da Kožuh et al. (2018), che ha preso in considerazione bambini dalla quarta elementare alla prima media, non ha rilevato differenze di genere nelle capacità di problem solving coinvolte nella programmazione. Anche Papavlasopoulou, Sharma e Giannakos (2020) attraverso misure di tracciamento oculare per valutare le prestazioni di studenti dagli 8 a 17 anni che svolgevano esercizi di coding, non hanno ottenuto differenze statisticamente rilevanti nei comportamenti o nell'apprendimento tra ragazzi e ragazze. Allo stesso tempo sono però emerse delle differenze di tipo qualitativo e quantitativo, nelle strategie utilizzate e nella percezione delle attività di programmazione, legate al genere. Ardito et al. (2020) hanno condotto uno studio che aveva come obiettivo analizzare lo sviluppo collaborativo delle competenze di pensiero computazionale negli studenti frequentanti la prima media attraverso un programma di robotica LEGO della durata di 6 settimane. I risultati emersi suggeriscono che questo processo è influenzato dal genere: mentre i ragazzi si concentravano di più sugli aspetti operativi della costruzione e della codifica dei robot, le ragazze prestavano maggiore attenzione alle dinamiche di gruppo.

Altre ricerche hanno riscontrato delle differenze nel coding tra studenti di 11-14 anni rilevando una minore fiducia da parte delle ragazze nell'esecuzione del compito di codifica e una maggiore percezione della difficoltà della prova rispetto ai ragazzi (Yücel & Rizvanoglu, 2019). Tuttavia, Lau e Yuen (2009) utilizzando il Gregorc Style Delineator³ (GSD) per misurare gli stili di apprendimento nella programmazione informatica su duecentodiciassette studenti di età compresa tra i 14 e i 19 anni, hanno indicato che non sono state riscontrate differenze di genere nelle prestazioni. Uno degli studi più recenti ha dimostrato che le differenze di genere nella codifica che favoriscono i ragazzi possono emergere già dai 5-7 anni, ma questa discrepanza non sembra essere mediata da abilità cognitive (Montuori et al., 2022).

2.3 Differenze di genere nelle prestazioni cognitive

Le differenze di genere e sesso nelle abilità cognitive riflettono l'interazione combinata dei processi biologici e di socializzazione che hanno luogo tra ragazzi, ragazze e giovani di genere diverso (Kheloui et al., 2023). Questo paragrafo si focalizzerà sulle differenze cognitive emerse nella letteratura riguardo: (1) abilità visuo-spaziali; (2) abilità verbali.

³ Strumento ideato da Anthony Gregorc e utilizzato per identificare e misurare i processi di pensiero e di apprendimento di una persona.

La cognizione visuo-spaziale comprende un ampio spettro di abilità come la percezione spaziale, la visualizzazione spaziale, la generazione e il mantenimento di immagini spaziali e, infine, la rotazione mentale. La maggior parte degli studi si è concentrata su quest'ultima abilità chiedendo ad esempio ai partecipanti di identificare versioni ruotate di uno stimolo target (Collins e Kimura, 1997). Nei test che misurano la rotazione mentale, diversi ricercatori, come Masters e Sanders (1993), hanno utilizzato la meta-analisi per confrontare i risultati sulle differenze di genere in questo campo e hanno concluso che solitamente i maschi ottengono punteggi maggiori delle femmine. L'emergere di queste differenze è stato studiato anche nei primi anni di vita utilizzando il metodo della violazione delle aspettative⁴ nei neonati. Attraverso questo metodo viene interpretato l'aumento del tempo in cui un neonato guarda uno stimolo come prova che l'oggetto che si aspettava non è stato presentato (Baillargeon et al., 1985). Secondo una revisione condotta da Levine et al. (2016), i bambini di sesso maschile tra i 3 e i 13 mesi hanno presentato una preferenza per l'immagine speculare di un oggetto di riferimento, quindi per la novità, maggiore di quella delle bambine suggerendo quindi che i bambini erano più spesso in grado di distinguere gli oggetti target da quelli speculari.

Sembra invece essere presente un vantaggio della popolazione femminile nell'ambito delle abilità legate al linguaggio le quali sono state misurate in tre diversi compiti: (1) ortografia; (2) comprensione di un testo; (3) abilità di scrittura. Il compito più citato per le differenze di genere in quest'ambito è quello della fluenza verbale (Kolb & Whishaw, 2001, Mildner, 2008, Pinker, 2007, Sommer et al., 2004) che richiede, in un minuto di tempo, di dire il maggior numero di parole che vengono in mente al soggetto preso in esame. La fluenza verbale si suddivide in "lessicale" (o fluidità delle lettere) che richiede di produrre il maggior numero di parole che iniziano con una determinata lettera e "categoriale" (o fluidità delle categorie) che ha come obiettivo quello di produrre il maggior numero di parole appartenenti a una determinata categoria semantica (Kheloui et al., 2023). Petersen (2018), attraverso nuove tecniche di analisi statistiche, ha esaminato le differenze di genere nelle abilità verbali in un campione di 10 milioni di studenti americani. In questa metanalisi sono state riscontrate piccole dimensioni di effetto a favore delle donne nelle abilità di lettura e scrittura. Hirnstein et al., (2022) in un'altra metanalisi hanno ottenuto punteggi a favore delle donne nella fluenza fonemica, ma non nella fluenza semantica.

⁴ Tecnica di indagine non invasiva che consiste nel presentare un particolare stimolo X in associazione con un altro stimolo Y per un numero ripetuto di volte. Se successivamente al posto di presentare lo stimolo Y presento uno stimolo Z violo l'aspettativa del soggetto generando uno stato di sorpresa.

È importante però tenere in considerazione il fatto che queste differenze non sono immutabili. Le differenze di genere riportate in questo momento storico potrebbero cambiare e/o ridursi in modo inaspettato anche in un futuro prossimo grazie alle nuove possibilità di stimolazione delle diverse competenze cognitive. Numerose evidenze suggeriscono che il cervello si modifica in risposta alle richieste dell'ambiente, non solo quando l'individuo è piccolo, ma durante tutto il corso della vita. Al giorno d'oggi esistono moltissime possibilità per potenziare l'intelligenza e estenderla anche in età molto avanzata.

3. Lo studio

La ricerca, parte del progetto Computational Thinking (CoThi), è stata promossa da un gruppo di ricerca interdipartimentale dell'Università degli studi di Padova grazie alla collaborazione del Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione con il Dipartimento di Matematica. L'obiettivo del progetto è quello di introdurre bambine e bambini all'informatica, ma soprattutto ai principi del pensiero computazionale e del coding attraverso risorse interattive di facile utilizzo.

Il presente progetto è stato approvato dal Comitato Etico del Centro HIT appartenente alla Scuola di Psicologia in data 1° dicembre 2023 ed è conforme agli attuali regolamenti relativi all'etica della ricerca e alla deontologia professionale, quali: la Convenzione europea sui Diritti dell'uomo (1950), la Carta dell'UE sui Diritti Fondamentali (2000), il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (UE) 2016/679 ("GDPR") e la Dichiarazione di Helsinki (2008). Lo studio si pone come obiettivi principali verificare la possibile presenza di differenze di genere nel coding in bambini di quarta elementare, verificare se queste differenze possono influire sull'apprendimento delle abilità di coding nei singoli bambini e infine valutare se le abilità cognitive di base influiscono nelle possibili differenze di genere nelle prestazioni di coding. Si tratta di una valutazione di un intervento di pensiero computazionale su bambini frequentanti la quarta elementare per un totale di 89 bambini appartenti a tre scuole aventi sede a Padova. Studi precedenti, appartenenti allo stesso filone di ricerca, hanno dimostrato l'efficacia di un training di coding in alunni di classi prime della scuola primaria (Arfé et al., 2019, 2020) e che differenze di genere nel coding a favore dei maschi possono emergere già nei primi anni della scuola primaria, verso i 5-7 anni (Montuori et al., 2022).

3.1 Obiettivi

La ricerca si pone di trovare delle risposte ai seguenti quesiti:

- Sono presenti delle differenze di genere nelle prestazioni legate al coding nella fase di pre-test (T1) e/o post-test (T2) in bambini di quarta elementare?
- Sono presenti delle differenze di genere nell'apprendimento del coding vale a dire nel miglioramento delle prestazioni tra T1 e T2?
- Se differenze di genere nell'apprendimento del coding esistono, possono dipendere da differenze di genere nelle abilità cognitive di base?

3.2 Disegno sperimentale

Il disegno sperimentale di tipo longitudinale si svolgeva in tre fasi sia per il gruppo sperimentale che per il gruppo di controllo (vedi **Tabella 1** e **Tabella 2**), da gennaio 2024 a

maggio dello stesso anno:

- Una fase di pre-test (T1), in cui venivano esaminate le capacità cognitive e le abilità preliminari di coding sia del gruppo sperimentale che del gruppo di controllo;
- Una fase di training per il gruppo sperimentale della durata di un mese suddiviso in otto incontri (due lezioni da un'ora a settimana) con lo scopo di potenziare le abilità di pensiero computazionale attraverso un intervento di coding; nel frattempo il gruppo di controllo ha proseguito con le normali attività didattiche previste;
- Una fase di post-test (T2), in cui venivano esaminate nuovamente le abilità di coding, così come nella fase T1, sia del gruppo sperimentale che del gruppo di controllo; questa operazione ha permesso di operare un confronto tra il gruppo sperimentale che aveva partecipato al training e il gruppo di controllo che invece non aveva ricevuto alcun trattamento, così da determinare gli effetti dell'intervento;
- Una fase di training per il gruppo di controllo della durata di un mese suddiviso in otto incontri (due lezioni da un'ora a settimana) con le stesse modalità utilizzate per il gruppo di controllo; nel frattempo il gruppo sperimentale proseguiva con le normali attività didattiche.

Tabella 1. *Disegno sperimentale delle fasi relative alla condizione sperimentale.*

Gruppo sperimentale		
Prima dell'intervento (T1)	Coding (1 mese)	Dopo l'intervento (T2)
Capacità cognitive + Coding	8 ore di lezione 2 lezioni a settimana da un'ora	Coding

Tabella 2. *Disegno sperimentale delle fasi relative alla condizione di controllo.*

Gruppo di controllo			
Prima dell'intervento (T1)	1 mese	Prima dell'intervento (T2)	Coding (1 mese)
Capacità cognitive + Coding	Consuete attività didattiche	Coding	8 ore di lezione 2 lezioni a settimana da un'ora

Nella fase di pre-test, le capacità cognitive sono state valutate attraverso la somministrazione di test che esaminano le abilità visuo-spaziali (Mental Rotation Test di Neuburger et al., 2011), le abilità verbali (fluenza fonemica di McCarthy & Warrington, 1990) e le abilità legate all'intelligenza non verbale (Matrici di Raven, 1940). Sia il Mental Rotation Test che la fluenza fonemica sono stati somministrati in maniera collettiva, in classe, mentre le

Matrici di Raven sono state somministrate in forma individuale così come gli esercizi di coding, con un rapporto uno a uno tra bambino/a e sperimentatore. Per queste ultime attività i bambini sono stati fatti uscire dalla loro aula in gruppetti di tre o quattro alla volta, per dare loro la possibilità di lavorare in parallelo e ridurre un eventuale senso di ansia. Tutte le attività sono state presentate e vissute come giochi, creando un clima il più sereno possibile.

In entrambe le fasi di valutazione a T1 e T2 sono state proposte a bambini/e, sia a quelli appartenenti al gruppo sperimentale che a quelli appartenenti al gruppo di controllo, le medesime attività di coding con lo scopo di verificare la presenza di un miglioramento. Il gruppo di controllo era di tipo *waiting list*, letteralmente lista di attesa, vale a dire che questo gruppo di partecipanti non riceveva il trattamento sperimentale, ma veniva messo in lista di attesa per ricevere l'intervento dopo il gruppo sperimentale, chiamato anche di trattamento. La presenza di un gruppo di controllo è molto importante in quanto permette di effettuare un confronto con il gruppo sperimentale per verificare se il trattamento ha prodotto un effetto. In questa ricerca, per far sì che anche il gruppo *waiting list* potesse beneficiare del training, è stato proposto loro di affrontarlo in un secondo momento, dopo le fasi T1 e T2. La fase di training è avvenuta per entrambi i gruppi in apposite aule informatiche messe a disposizione dai vari istituti scolastici, attrezzate con almeno un PC per alunno/a; insieme ai ricercatori, i laboratori di coding sono stati co-condotti dai rispettivi docenti per favorire il trasferimento delle competenze.

3.3 Campione

Allo studio hanno partecipato 40 bambini e 49 bambine appartenenti a cinque classi quarte di tre diverse scuole primarie aventi sede a Padova, con estrazione socioeconomica diversa. Come da disegno sperimentale, i partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi: 55 sono stati assegnati alla condizione sperimentale (62%) e 34 alla condizione di controllo (38%).

L'acquisizione delle informazioni personali dei partecipanti è avvenuta tramite consenso informato scritto, compilato dai genitori ed in seguito restituito agli insegnanti. Nel consenso informato sono stati esplicitati in maniera chiara l'obiettivo della ricerca, la procedura, i potenziali rischi e disagi, i potenziali benefici e la protezione dei dati personali. Nello stesso documento sono stati inseriti anche i criteri di inclusione:

- Essere in grado di leggere e comprendere brevi testi scritti in italiano;
- Essere in grado di utilizzare il computer, anche usufruendo di aiuto da parte degli sperimentatori.

Insieme al consenso informato è stato richiesto ai genitori dei partecipanti di compilare

un breve questionario sociodemografico con lo scopo di stimare il loro Status Socioeconomico (SES) e il livello di familiarità con la tecnologia (Fam Tech). Per calcolare il SES di ogni famiglia è stato chiesto ad entrambi i genitori di riportare il titolo di studio più alto conseguito e la professione; queste informazioni sono state successivamente trasformate in dati quantitativi grazie ai quali è stato possibile calcolare il punteggio finale dato dalla somma dei punteggi più alti relativi al titolo di studio e alla professione. Il livello di familiarità con i dispositivi digitali (Fam Tech) è stato calcolato sommando i punteggi ottenuti negli item in cui venivano richieste informazioni riguardo alla frequenza e alla modalità di utilizzo di tre dispositivi digitali: computer, tablet e smartphone. In aggiunta in quest'ultimo questionario erano presenti domande relative al genere di computer e mouse utilizzati e a che scopo venivano utilizzati (ad esempio per giocare ai videogiochi o per guardare video), ma in questo studio non sono stati presi in considerazione questi aspetti nelle analisi effettuate.

3.4 Strumenti

3.3.1 Mental Rotation Test Cubes

La rotazione mentale è una componente delle abilità spaziali, definita come la rotazione rapida e accurata di oggetti bidimensionali o tridimensionali nella mente (Linn & Petersen, 1985). In questa ricerca è stato utilizzato il Mental Rotation Test (MRT) Cubes un test standardizzato, nella versione di Neuburger et al. i quali in uno studio del 2011 lo hanno utilizzato per la prima volta, riprendendo le figure cubiche tridimensionali fornite da Shepard e Metzler (1971). La prova è composta da due esempi, due esercizi per fare pratica e sedici esercizi da completare entro un tempo totale di quattro minuti. Ciascun esercizio, anche quelli di esempio e prova, si compongono di una figura stimolo, posta a sinistra, e quattro figure, poste a destra, tra le quali bisogna individuare la figura stimolo ruotata. Il partecipante deve disegnare una 'X' sulle soluzioni che ritiene corrette, le quali sono due per ogni figura stimolo (vedi **Figura 1**).

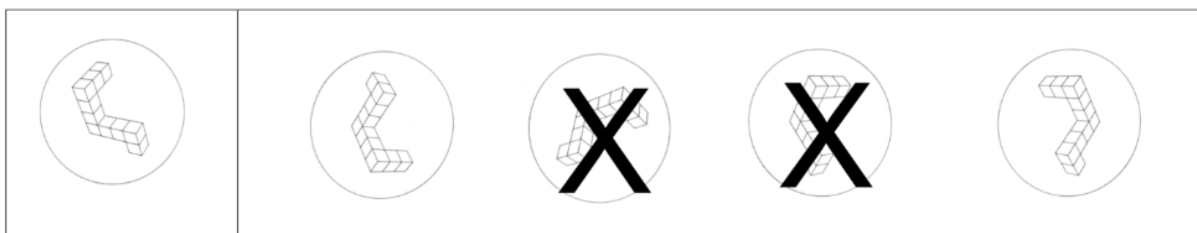


Figura 1. Esercizio di esempio del MRT Cubes (Neuburger et al., 2011).

Le pagine totali sono sei: la prima contiene una breve descrizione di quello che il

compito richiederà al soggetto, come svolgere la prova e due esempi; per voltare pagina è necessario attendere che il somministratore dia la possibilità di farlo; la seconda pagina contiene due esercizi di prova, senza il tempo, e si raccomanda al soggetto di lavorare il più velocemente possibile, ma cercando di fare pochi errori; infine, le rimanenti quattro pagine contengono sedici esercizi da completare entro quattro minuti di tempo; non è necessario attendere il somministratore per voltare pagina.

In questa ricerca il calcolo del punteggio è stato effettuato secondo due metodi differenti. Il primo richiede di seguire le istruzioni di Neuburger et al., (2011) per calcolare i punti totali ottenuti dal soggetto, assegnando un punto per ogni coppia di figure individuata correttamente; nel qual caso fosse stata individuata correttamente solo una figura o nessuna delle due, non veniva assegnato nessun punto. Il secondo metodo implicava di assegnare un punto per ogni figura individuata correttamente; quindi, se il soggetto individuava entrambe le figure, i punti assegnati erano due, se invece ne individuava solo una, veniva assegnato un solo punto. I punteggi ricavati ci permettono di stimare l'abilità di rotazione mentale di bambine e bambini che hanno partecipato.

3.3.2 Fluenza fonemica

I test di fluenza fonemica richiedono ai soggetti di pronunciare in 1 minuto il maggior numero possibile di parole diverse che iniziano con una particolare lettera (B, F, A, S e T) e sono spesso utilizzati nella pratica clinica (McCarthy & Warrington, 1990). In questo caso è stato richiesto ai soggetti di scrivere il maggior numero di parole, appartenenti al vocabolario italiano, che iniziano con una determinata lettera dell'alfabeto in due minuti di tempo (fluenza fonemica lessicale). Se la lettera stimolo ad esempio corrisponde a 'C', è possibile scrivere parole come "cioccolato, cane, cena, cestino, ...", ma non è possibile scrivere nomi propri di persona come "Carlo, Cecilia, ...", alterati di una stessa parola come "casetta, casuccia, casina, ..." o parole che iniziano con lo stesso suffisso "cucinare, cucinavo, cucinerò, ..."; le parole ripetute e quelle inventate vengono ignorate. Ai partecipanti è stato consegnato un foglio suddiviso in tre parti, una parte per lettera: al primo riquadro di esempio è stata assegnata la lettera 'A'; al secondo riquadro è stata assegnata la lettera 'B'; infine, per l'ultimo la lettera 'S'. Queste lettere vanno scritte nell'apposito spazio posto di fianco alla frase "Scrivi qui le parole che iniziano con la lettera..." una volta dette ad alta voce, mentre le parole relative a quella lettera stimolo vanno inserite nel riquadro sottostante (vedi **Figura 2**). Le lettere utilizzate in questa prova sono state utilizzate precedentemente in uno studio condotto da Arfé et al., (2018). Il punteggio totale è dato dalla somma del numero di parole corrette scritte per

lettera; per quelle errate o incomplete invece non vengono tolti punti, ma semplicemente non vengono contate.

LETTERA 1

Scrivi qui le parole che iniziano con la lettera _____

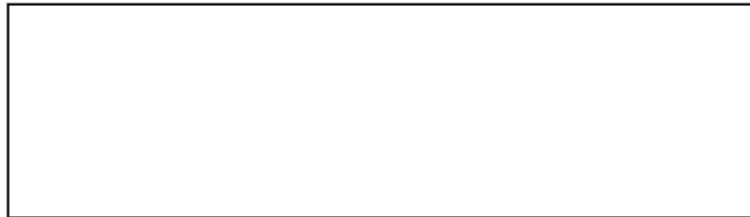


Figura 2. Esempio lettera fluenza fonemica.

Questa tipologia di test permette di valutare la capienza del magazzino di memoria semantico-lessicale in quanto viene richiesto ai soggetti di concentrarsi sulla richiesta, accedere al lessico mentale e selezionare le parole che soddisfano i vincoli richiesti, coinvolgendo così processi di controllo esecutivo (Fisk & Sharp, 2004). Inoltre, i compiti di fluenza possono essere utilizzati sia per determinare deficit nelle abilità verbali o nel controllo esecutivo, ma anche come strumento di screening del funzionamento verbale generale (Shao et al., 2014).

3.3.3 Matrici Progressive di Raven

Le Matrici Progressive di Raven (Raven, 1940) sono state originariamente costruite per valutare le abilità di mentali di un individuo durante tutto l'arco della vita, attenuando l'incidenza di fattori legati alla condizione fisica e alla cultura di appartenenza. L'obiettivo di questo strumento è quello di valutare le componenti dell'intelligenza fluida composte da abilità non verbali e di ragionamento logico, non dipendenti dall'istruzione scolastica o dal linguaggio e considerate una misura complessiva del fattore generale dell'intelligenza. Il test presenta tre diverse forme: (a) le *Standard Progressive Matrices* (SPM); (b) le *Advance Progressive Matrices* (APM); (c) le *Coloured Progressive Matrices* (CPM). Quest'ultime sono state utilizzate nella presente ricerca e sono costituite da 36 raffigurazioni di situazioni stimolo (matrici) raggruppate in tre sottoscale (A, A_b e B), ciascuna delle quali formata da 12 item posti in ordine di difficoltà crescente sia all'interno di ogni sottoscala sia tra le sottoscale. Ogni matrice consiste in un disegno astratto colorato da cui è stata tolta una parte da individuare scegliendo tra sei differenti alternative poste nella parte inferiore del foglio (vedi **Figura 3**). Il punteggio è dato dal numero di matrici completate correttamente.

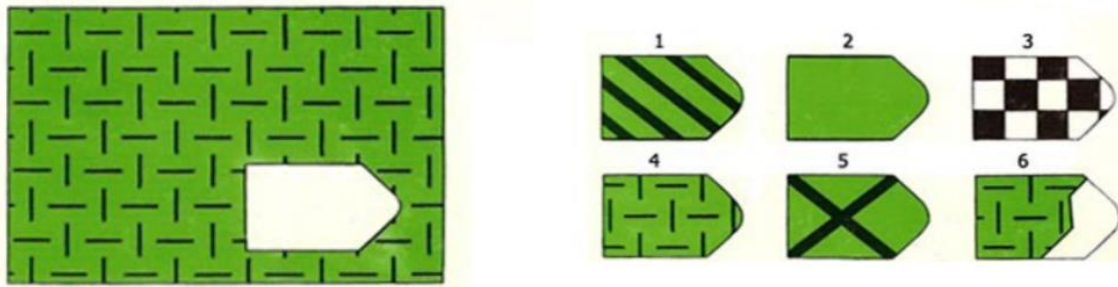


Figura 3. Matrice colorata di Raven.

In questa ricerca è stata utilizzata la versione a quaderno del test, costituita da un fascicolo contenente le matrici in formato cartaceo, una per ogni pagina.

3.3.4 Abilità di coding

Per valutare le abilità di pensiero computazionale è stata utilizzata l'applicazione web CoThi disegnata dal nostro gruppo di ricerca, uno strumento che permette sia di testare le abilità di coding che allenarle. Ad ogni bambino è stato assegnato un account permettendo quindi ai ricercatori di seguire l'andamento delle prestazioni durante l'arco di tutto il percorso. Gli esercizi di coding caricati su CoThi e presentati a bambini e bambine sono stati tratti dalla piattaforma Code.org⁵; in particolare per questa ricerca gli esercizi dovevano essere svolti utilizzando il linguaggio a blocchi, un sistema di notazione per la scrittura di programmi per computer che non richiede di scrivere codice testuale, ma di utilizzare dei blocchi già preimpostati che rappresentano comandi differenti. Per creare un programma basta trascinare i singoli blocchi all'interno dell'area di lavoro e incastrarli uno di seguito all'altro, al di sotto del blocco arancione "Quando si clicca su esegui". Per eseguire un programma è necessario premere sul pulsante arancione "Esegui", posto in basso a sinistra.

Per entrambe le fasi di valutazione T1 e T2 ai bambini è stata prima presentata una schermata contenente gli obiettivi degli esercizi e le regole. I tre personaggi uccellino, zombie e ape attraversando un percorso dovevano raggiungere rispettivamente il maiale, il girasole e raccogliere tutto il nettare dai fiori, spostandosi di una casella per volta. I blocchi di codice disponibili erano: vai avanti; gira a sinistra; gira a destra; prendi il nettare; ripeti n volte esegui; se nettare uguale a 1 esegui. Per ogni mappa i tentativi possibili erano tre, dopo i quali veniva presentato il livello successivo. In queste fasi di valutazione sono stati proposti quattro esercizi con difficoltà crescente, ciascuno dei quali preceduto da una prova di esempio. Nel primo esercizio di esempio che viene proposto il bambino deve guidare l'uccellino rosso verso il

⁵ Organizzazione no-profit che si dedica all'innovazione dell'istruzione con particolare riguardo alle materie informatiche.

maialino verde, utilizzando esclusivamente il blocco “vai avanti”; nell’esercizio successivo, invece, l’uccellino può percorrere due diversi percorsi utilizzando insieme al blocco “vai avanti” i blocchi “gira a destra” e “gira a sinistra” (vedi **Figura 4**). Per ogni singolo esercizio vengono misurate tre variabili:

- Il tempo di pianificazione dato dal tempo che intercorre tra il momento in cui viene caricato l’esercizio a quando viene cliccato il primo blocco di codice;
- Il tempo di esecuzione calcolato a partire dal momento in cui viene spostato il primo blocco fino a che non viene cliccato il tasto “Esegui”;
- L’accuratezza data dal punteggio ottenuto ad ogni esercizio (incluse le prove di esempio); se l’esercizio viene risolto correttamente al primo tentativo viene assegnato un punteggio pari a 2, se invece viene risolto al secondo tentativo il punteggio scende a 1 e nel caso in cui l’esercizio o viene risolto al terzo tentativo o non viene risolto proprio, il punteggio corrisponderà a 0.

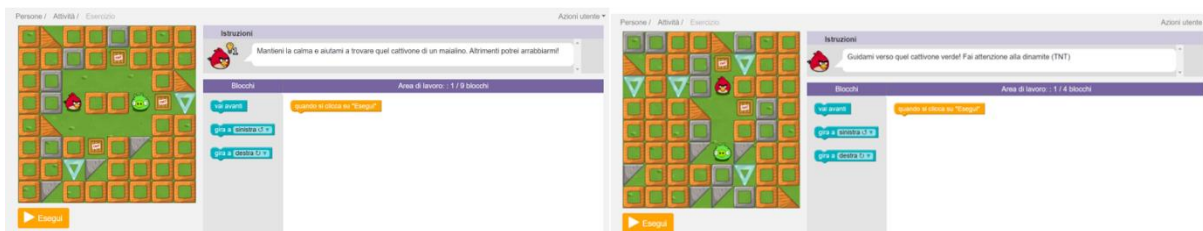


Figura 4. Prova 1 di esempio (a sinistra) e prova 2 (a destra).

Per la fase di training che, come da disegno sperimentale, prevedeva 8 incontri di un’ora l’uno, sono stati previsti una serie di giochi di difficoltà crescente durante i quali si alternavano momenti di sperimentazione individuale, in cui bambine e bambini cercavano di risolvere l’esercizio, e momenti di correzione e spiegazione collettiva con l’obiettivo di favorire la metacognizione e affinare le strategie di problem solving. Questa fase prevedeva l’acquisizione di concetti chiave quali: (a) esecuzione sequenziale di una serie di istruzioni; (b) la ripetizione, attraverso l’utilizzo di un ciclo, di una serie di comandi; (c) il concetto di “esecuzione condizionale”; (d) il concetto di “funzione”.

4. Risultati

4.1 Analisi preliminari dei dati

I dati raccolti durante la ricerca, sia al pre-test (T1) che al post-test (T2) sono stati raccolti in un dataset, il quale è stato successivamente analizzato attraverso l'ausilio del software di analisi statistica JMP (JMP Statistical Discovery). Attraverso questo strumento è stato possibile verificare la proprietà distributiva del campione grazie all'utilizzo del test di Shapiro-Wilk⁶ il quale ha mostrato che i dati relativi alle variabili considerate nel presente studio non seguono una distribuzione normale, per questo motivo i confronti tra i gruppi sono stati svolti utilizzando a sua volta il test non parametrico di Wilcoxon⁷.

Le analisi preliminari hanno permesso di effettuare un confronto tra i gruppi per verificare che non ci fossero differenze statisticamente significative per età e familiarità con la tecnologia. Lo stesso confronto è stato svolto per i punteggi ottenuti nei test cognitivi Fluenza Fonemica, MRT Cubes, Matrici di Raven e per le prestazioni nel test di coding a T1.

***Tabella 3.** Medie, deviazioni standard (tra parentesi), punti Z e p-value del test di Wilcoxon relativi all'età dei partecipanti e alla familiarità del campione con la tecnologia divise per genere (F = femmine, M = maschi) e per condizione.*

Condizione	Genere		Età (mesi)			Fam Tech		
			M (ds)	W	p-value	M (ds)	W	p-value
Sperimentale	F	30	115.33	1.38	0.17	0.82	-0.31	0.76
	M	25	(5.79)			(0.41)		
Controllo	F	19	115.52	-0.22	0.83	0.76	1.21	0.23
	M	15	(3.51)			(0.29)		

Come primo passo è stata effettuata un'analisi preliminare per verificare che bambini e bambine appartenenti alle due condizioni, sperimentale e di controllo, non presentassero differenze statisticamente significative relative all'età e alla familiarità con la tecnologia (questionario FamTech). I risultati (vedi **Tabella 3**) mostrano che, nonostante piccole discrepanze tra le medie all'interno dei singoli gruppi tra maschi e femmine, entrambe le condizioni sembrano essere composte da un campione omogeneo come dimostrato dal test di

⁶Il test di Shapiro-Wilk è uno dei test maggiormente utilizzato per verificare la normalità distributiva della popolazione; prende in considerazione due ipotesi: H0 (ipotesi nulla) la distribuzione teorica dei dati è normale; H1 (ipotesi alternativa) la distribuzione teorica dei dati è non parametrica. Se si ottiene un p-value minore della soglia di rifiuto, classicamente definita pari a 0.05, rifiutiamo l'ipotesi nulla di normalità distributiva il che vuol dire che la distribuzione dei dati che stiamo prendendo in considerazione è diversa dalla distribuzione di Gauss.

⁷ Test non parametrico che confronta i ranghi dei diversi gruppi, si tratta dell'alternativa non parametrica al test t che invece opera un confronto tra medie; aiuta a determinare se vi è presente una differenza significativa tra due gruppi indipendenti.

Wilcoxon che non rileva differenze statisticamente significative tra bambini e bambine sia nel gruppo sperimentale sia nel gruppo di controllo per quanto riguarda le variabili età e familiarità con la tecnologia. Per concludere le analisi preliminari è stato effettuato anche un confronto tra i gruppi che ha riportato valori non statisticamente significativi sia per l'età del campione ($Z = .641, p = .522$) sia per la familiarità con la tecnologia ($Z = .899, p = .369$).

4.2 Analisi differenze di genere nel coding

A termine delle prove di coding, per ogni bambino è stato registrato un punteggio chiamato accuratezza a T1 (condizione di pre-test) o accuratezza a T2 (condizione di post test), il quale indica l'accuratezza nell'eseguire le prove di coding. Nella **Tabella 4** sono riportate le medie e le deviazioni standard (tra parentesi), i punti Z e i p-value risultanti dal test di Wilcoxon relativi all'accuratezza della prova di coding del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo nelle fasi di pre-test e post-test.

Tabella 4. Medie, deviazioni standard divise per genere e per gruppo, punti Z e p-value relativi all'accuratezza a T1 e a T2 divisi per gruppi.

Condizione	Genere	Coding T1			Coding T2		
		M (sd)	W	p-value	M (sd)	W	p-value
Sperimentale	F	3.57 (3.47)	0.26	0.80	6.53 (3.68)	2.58	0.0100*
	M	3.92 (3.71)			9.08 (2.66)		
Controllo	F	4.15 (3.85)	0.05	0.96	5.68 (3.65)	2.27	0.0231*
	M	4.33 (3.46)			8.60 (2.23)		

A T1 nel gruppo sperimentale le femmine presentano una media dei punteggi pari a 3.57 mentre i maschi 3.92 con una differenza minima (.35); le deviazioni standard di entrambi sono simili tra loro indicando quindi una dispersione dei dati analoga attorno alla media. Il test non parametrico di Wilcoxon riporta una non significatività delle differenze di genere, tra bambini e bambine, infatti, con un valore di Z molto piccolo associato ad un p-value maggiore del livello di significatività, sottolinea una differenza molto piccola tra i gruppi in termini di somma dei ranghi. Per quanto riguarda il gruppo di controllo a T1 possiamo notare che i maschi ottengono una media, anche se di poco, superiore rispetto a quella delle femmine con una differenza di punteggio pari a solo .18. Con un valore di Z parecchio vicino allo zero e un p-value, come il precedente, maggiore del livello di significatività. Il test non parametrico di Wilcoxon, anche per questa condizione, sottolinea che la differenza fra i gruppi è molto piccola

e suggerisce che la variabilità osservata nei dati può essere spiegata dal caso. Pertanto, non ci sono prove a sufficienza per concludere che esiste una differenza significativa nei punteggi dell'accuratezza nel coding a T1 tra maschi e femmine nel gruppo di controllo. In conclusione, possiamo dire che non ci sono disparità rilevanti dal punto di vista statistico tra maschi e femmine al tempo 1, per nessuno dei due gruppi (sperimentale e controllo).

A T2 nel gruppo sperimentale i maschi presentano una media più alta rispetto alle femmine, le quali riportano però una deviazione standard più alta indicando una maggiore variabilità nei dati. Attraverso il test di Wilcoxon è stato possibile stimare che la somma dei ranghi dei maschi e delle femmine si discosta di circa 2.58 deviazioni standard dall'ipotesi nulla, ovvero dall'ipotesi che i gruppi non abbiano differenze, ed essendo un valore così alto (basti riprendere i valori a T1) in termini di deviazioni standard associato ad un $p = .0100$, un valore molto basso, è possibile dichiarare che i due gruppi presentano differenze statisticamente significative. Inoltre, grazie all'utilizzo del software di analisi statistica JMP, è stato possibile calcolare il valore del chi-quadrato del test di Kruskal-Wallis ottenuto dal confronto della somma dei ranghi per ciascun gruppo con la somma dei ranghi attesi sotto l'ipotesi nulla; il valore ottenuto di 6.6785 è relativamente alto e unito al relativo $p = .0220$ mettono in risalto una differenza considerevole tra i gruppi. Anche se questo test non parametrico viene generalmente utilizzato per più di due gruppi, in questo caso fornisce un'ulteriore verifica. Nel gruppo di controllo è possibile notare una differenza maggiore, rispetto al gruppo sperimentale, tra le medie dei punteggi relativi all'accuratezza nel coding in quanto tra la media dei maschi di 8.60 e quella delle femmine di 5.68, la differenza è di 2.92 punti. Anche in questo caso la deviazione standard maggiore è quella riportata dal gruppo femminile. Sia il p-value calcolato attraverso il test di Wilcoxon che il chi quadrato calcolato per mezzo del test di Kruskal-Wallis riportano una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi a T2. Anche in questo caso, come ulteriore verifica, sono stati calcolati il chi-quadrato e il p-value relativi al test di Kruskal-Wallis i quali corrispondono rispettivamente a 5.43 e .02 confermando quanto ottenuto precedentemente.

Il **Grafico 1** mostra i punteggi di accuratezza nel coding a T1 e T2 per genere all'interno delle due condizioni dove 'condizione sperimentale' indica il gruppo sperimentale, mentre 'condizione di controllo' il gruppo di controllo. È possibile notare, riprendendo i dati precedentemente esposti nella **Tabella 4**, che mentre a T1 non sono state rilevate differenze statisticamente significative tra i gruppi all'interno delle condizioni, a T2 è possibile notare una diversa distribuzione dei punteggi rilevante tra bambini e bambine. Nell'accuratezza coding a T2 sono osservabili anche degli outliers rappresentati da piccoli punti blu al di sotto della

distribuzione principale, sia per i bambini del gruppo sperimentale sia per i bambini del gruppo di controllo. Questi valori sono molto più bassi rispetto alla maggior parte dei dati e suggeriscono che alcuni partecipanti maschi dei due gruppi hanno ottenuto punteggi significativamente inferiori rispetto agli altri.

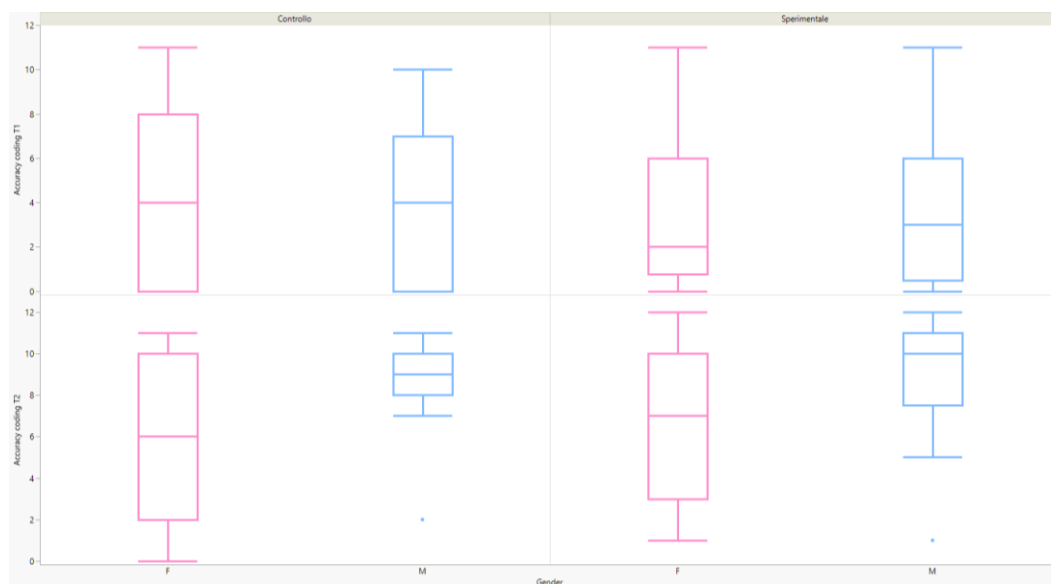


Grafico 1. *Punteggi di accuratezza al coding a T1 e T2.*

In conclusione è possibile dire che, mentre nella fase di pre-test è stato il gruppo di controllo a ottenere punteggi maggiori nell'efficacia nel coding in quanto le medie di bambini e bambine registrate sono maggiori rispetto a quelle del gruppo sperimentale, mentre nella fase di post-test, ipotizzando per effetto del training che ha differenziato i due gruppi, sono stati i bambini e le bambine del gruppo sperimentale ad ottenere i punteggi maggiori nell'accuratezza del coding i quali però a T2 mostrano una differenza maggiore come riportato dal valore di Z del test di Wilcoxon.

4.3 Analisi differenze di genere nell'apprendimento del coding

Dopo aver indagato le differenze di genere nel coding nelle fasi di pre-test e post-test è stato possibile studiare le differenze di genere nell'apprendimento del coding grazie ad una variabile che considera per ogni bambino e bambina, sia del gruppo sperimentale che di quello di controllo, il miglioramento ottenuto tra T1 e T2. Nella **Tabella 5** sono riportate le medie e le deviazioni standard (tra parentesi) relative al miglioramento nelle prove di coding divise per maschi e femmine sia del gruppo sperimentale che del gruppo di controllo insieme ai valori ottenuti tramite l'applicazione del test di Wilcoxon.

Tabella 5. Medie e deviazioni standard divise per genere e per gruppo, punti Z e p-value relativi all'apprendimento divisi per gruppi.

Condizione	Genere	Coding T2-T1		
		M (sd)	W	p-value
Sperimentale	F	2.97 (2.99)	2.51	0.0121*
	M	5.16 (3.13)		
Controllo	F	1.53 (3.69)	2.09	0.0363*
	M	4.27 (3.63)		

Dai valori possiamo notare che la media maggiore è quella riportata dai bambini maschi del gruppo sperimentale suggerendo che la fase di training ha rivestito un ruolo nel miglioramento di queste abilità in questi bambini. Infatti, anche le femmine appartenenti alla medesima condizione hanno registrato una media delle prestazioni superiore alle bambine che sono state invece sottoposte successivamente alla fase di training (gruppo di controllo). Nonostante questo, è possibile notare che la media per i maschi è significativamente più alta della media per le femmine con una differenza di 2.19 nel gruppo sperimentale e una differenza di 2.74 nel gruppo di controllo mostrando che i bambini presentano un maggiore apprendimento rispetto alle bambine. Il test non parametrico di Wilcoxon conferma la differenza trovata nelle medie tra i generi all'interno delle condizioni, infatti con un p-value, in entrambi i casi, appena inferiore alla soglia dello .05 possiamo dire che vi è una differenza di genere nell'apprendimento marginalmente significativa. Questa differenza viene confermata anche dal test di Kruskal-Wallis il quale riporta un valore di 4.46 associato ad un $p = .0348$ per il gruppo di controllo e un valore 6.33 associato ad un $p = .0118$ per il gruppo sperimentale; questi valori rappresentano un'ulteriore conferma delle differenze rilevate attraverso il test di Wilcoxon. La differenza di apprendimento tra bambini e bambine all'interno delle due condizioni è mostrata dal **Grafico 2**.

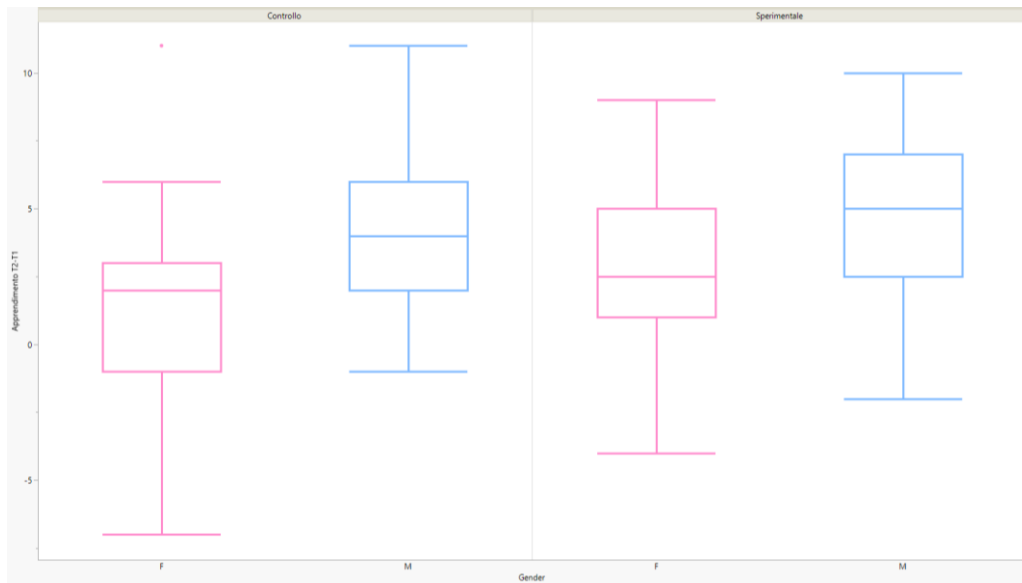


Grafico 2. *Apprendimento T2-T1 nell'accuratezza al coding.*

4.4 Analisi differenze di genere nelle abilità cognitive

Nelle **Table 6, 7 e 8** sono riportate le medie e le deviazioni standard (tra parentesi) relative ai test cognitivi somministrati nella fase di pre-test: (1) fluenza fonemica; (2) MRT Cubes (suddiviso in due colonne a causa del doppio punteggio, come già riportato nella sezione degli strumenti); (3) Matrici Colorate di Raven (CPM). Le bambine del gruppo sperimentale riportano una media dei punteggi più alta nel test semantico lessicale di fluenza fonemica, maggiore di .82 rispetto alle bambine del gruppo di controllo, mentre per i maschi la differenza è minore. Per il test di rotazionale mentale le medie sono più basse quando i punteggi sono calcolati attraverso le indicazioni di Neuburgers rispetto al conteggio, anche se in entrambi i casi sembra che i soggetti appartenenti al gruppo di controllo abbiano prestazioni migliori sia per quanto riguarda i maschi che per quanto riguarda le femmine rispetto al gruppo sperimentale. In entrambe le misure, fluenza fonemica e rotazione mentale, le differenze rilevate nelle medie non sono statisticamente significative. Nelle Matrici Colorate di Raven le differenze fra gruppi e fra maschi e femmine sono minime, anche se i bambini ottengono punteggi leggermente superiori a quelli delle bambine in entrambe le condizioni.

Tabella 6. Medie e deviazioni standard dei punteggi di Fluenza Fonemica divise per gruppo e per genere, punti Z e p-value risultati dal test di Wilcoxon.

Condizione	Genere	Fluenza Fonemica		
		M (sd)	W	p-value
Sperimentale	F	8.40 (3.51)	-0.80	0.43
	M	7.74 (3.30)		
Controllo	F	7.58 (2.38)	-0.69	0.49
	M	7.17 (4.60)		

Tabella 7. Medie e deviazioni standard dei punteggi del Mental Rotation Test Cubes divise per gruppo e per genere, punti Z e p-value risultati dal test di Wilcoxon.

Condizione	Genere	MRT Cubes Neuburgers			MRT Cubes Conteggio		
		M (sd)	W	p-value	M (sd)	W	p-value
Sperimentale	F	1.37 (1.19)	0.20	0.84	5.87 (3.34)	0.88	0.38
	M	1.44 (1.22)			6.72 (3.74)		
Controllo	F	1.56 (1.82)	1.31	0.19	9.17 (4.00)	1.13	0.26
	M	2.33 (1.80)			10.73 (4.74)		

Tabella 8. Medie e deviazioni standard dei punteggi delle Matrici colorate di Raven divise per gruppo e per genere, punti Z e p-value risultati dal test di Wilcoxon.

Condizione	Genere	CPM		
		M (sd)	W	p-value
Sperimentale	F	27.30 (4.69)	0.46	0.65
	M	28.00 (4.97)		
Controllo	F	28.05 (4.53)	0.63	0.53
	M	29.13 (2.97)		

4.5 Analisi correlazioni tra abilità cognitive e computazionali

Infine, è stato necessario calcolare le correlazioni tra i test cognitivi (MRT Cubes, Fluenza Fonemica e Matrici Colorate di Raven) somministrati nella fase di pre test ad entrambi i gruppi e le abilità di coding a T1, a T2 e l'apprendimento. Da questa analisi è emerso che l'accuratezza nel coding a T1 mostra una debole correlazione positiva e non significativa con il test MRT Cubes, sia con il punteggio di Neuburger ($r = .12$ e $p = .25$) sia con il nuovo

conteggio ($r = .15$ e $p = .18$); una debole correlazione positiva e significativa con la fluenza fonemica ($r = .29$ e $p = .01$); una moderata correlazione positiva e altamente significativa con le Matrici Colorate di Raven ($r = .50$, $p < 0.0001$). L'accuratezza a T2, invece, mostra una debole correlazione positiva e significativa con la fluenza fonemica ($r = .29$, $p = .01$); una debole correlazione e non significativa con il MRT Cubes, sia con il punteggio di Neuburger ($r = .05$ e $p = .65$) sia con il nuovo conteggio ($r = -.03$ e $p = 0.75$); una moderata correlazione positiva e altamente significativa con le Matrici Colorate di Raven ($r = .45$, $p < 0.0001$). L'apprendimento del coding dato dalla differenza dell'accuratezza ai test di coding a T2 e quella a T1 non mostra nessuna correlazione significativa con i test cognitivi nominati in precedenza.

5. Discussione

Questo studio mira a verificare se esistono differenze di genere nelle prestazioni di coding tra gli studenti di quarta elementare e a esplorare la possibile influenza delle abilità cognitive di base su tali differenze. Molti studi appartenenti allo stesso filone di ricerca hanno preferito concentrarsi sulla popolazione dalla scuola secondaria in poi, come già accennato nel primo capitolo, mentre questa ricerca si discosta e si concentra su bambini frequentanti la quarta elementare. Segue lo stesso modello di altri studi precedenti come quelle di Sullivan and Bears (2013, 2016) dove sono state rilevate delle differenze di genere nel coding che emergono sin dalle prime esperienze con il pensiero computazionale.

Nella presente indagine sia le bambine che i bambini appartenenti alle due condizioni, nella fase di pre-test, non hanno mostrato differenze statisticamente significative, con differenze nei punteggi di efficacia nel coding non rilevanti. Nonostante la maggiore variabilità dei dati nel campione femminile, non ci sono elementi per concludere che esista una differenza significativa nei punteggi dell'accuratezza nel coding a T1 tra maschi e femmine. I punteggi raccolti nella fase di post-test però mostrano una discrepanza significativa tra bambine e bambini dove quest'ultimi ottengono punteggi significativamente maggiori sia nella condizione sperimentale, dove è stato effettuato un training in favore delle abilità di coding, sia nella condizione di controllo, dove il training specifico è stato attuato solo successivamente. Questi risultati si pongono in contrasto con quelli ottenuti da Lau e Yuen (2009) in studenti delle superiori, dove non sono state riscontrate differenze di genere nelle prestazioni a prove di coding. La prima domanda di ricerca trova quindi una risposta positiva in quanto la presenza delle differenze di genere nelle prestazioni con il coding è stata rilevata nella fase di post-test.

Sono presenti anche delle differenze di genere nell'apprendimento del coding? I dati raccolti relativi al miglioramento tra le due fasi nel coding mostrano una differenza marginalmente rilevante a favore dei maschi, i quali già nella prima fase si posizionano più in alto rispetto alle femmine, in accordo con quanto trovato da Rubio et al. (2015), secondo i quali studenti e studentesse differiscono per percezioni e risultati di apprendimento nel coding. Come risposta alla seconda domanda di ricerca è plausibile affermare che sono presenti delle differenze di genere statisticamente significative a favore dei maschi, vale a dire che i bambini in questo campione mostrano un miglioramento delle prestazioni tra T1 e T2 superiore a quello delle bambine, sia nel gruppo sperimentale che nel gruppo di controllo.

Secondo i risultati presenti in letteratura, maschi e femmine differiscono nelle prestazioni delle abilità cognitive di base con un vantaggio per i primi nelle competenze visuo-

spaziali (Levine et al., 2016) e un vantaggio per le seconde nelle abilità legate al linguaggio (Mildner, 2008). È ragionevole ipotizzare che queste capacità rivestano il ruolo di variabili di mediazione che spiegano il processo attraverso il quale il genere, una variabile indipendente, influisce sulle prestazioni con il coding, la variabile dipendente di questo studio. Nella presente analisi, al contrario dei risultati ottenuti da Kheloui et al. (2023) e Levine et al. (2016), non sono state rilevate differenze statisticamente rilevanti tra i due generi nelle prestazioni legate alle abilità cognitive, ma sono stati notati dei legami di correlazione positivi e altamente significativi tra le Matrici Colorate di Raven e l'accuratezza nel coding registrata a T1 e T2. Per questo motivo è possibile, per quanto riguarda la terza domanda di ricerca al momento, è possibile rispondere che l'assenza di differenze di genere nelle prestazioni cognitive ci fa immaginare che le differenze di genere nel coding non siano legate a queste variabili. È possibile però affermare che quando i punteggi nelle Matrici di Raven aumentano, anche i punteggi di efficacia nel coding tendono ad aumentare, e viceversa; c'è quindi una relazione diretta tra le due variabili: a un punteggio elevato nelle abilità cognitive generali corrisponde un miglioramento nelle prestazioni del coding. Questo suggerisce che le abilità cognitive generali misurate dalle Matrici di Raven possano essere un predittore importante delle capacità di coding.

6. Conclusioni

Questa ricerca non ha rilevato differenze di genere statisticamente significative nelle abilità di coding nella fase di pre-test, al contrario i risultati ottenuti nella fase di post-test dimostrano una discrepanza significativa nelle prestazioni di coding tra bambini e bambine. Questi risultati sono in linea con lo studio, appartenente allo stesso filone di ricerca dell'indagine corrente, di Montuori et al. (2022) i quali hanno valutato le abilità di coding attraverso un disegno sperimentale con struttura analoga a quella del presente studio. Per effetto di questi risultati, differenze statisticamente significative tra maschi e femmine sono state evidenziate anche nell'apprendimento delle competenze del coding a favore dei bambini i quali presentano un miglioramento delle prestazioni tra T1 e T2 maggiore di quello delle bambine. Diversamente da quanto trovato da Jansen et al. (2016), non sono state rilevate differenze di genere significative nelle abilità di rotazione mentale anche se nella **Tabella 7** è possibile notare che le medie dei bambini in entrambe le condizioni è maggiore di quella delle bambine. Nello studio presente la fluenza verbale è stata valutata sotto forma di scrittura diversamente dagli studi presenti in letteratura che prediligono test verbali come nello studio di Afré et al. (2018). I risultati ottenuti si discostano da quelli presentati da Petersen (2018) e negano la presenza di una differenza rilevante dal punto di vista statistico (vedi **Tabella 6**). Di conseguenza le differenze di genere riscontrate nelle abilità di coding non dipendono dalle abilità cognitive di base.

6.1 Limiti e sviluppi futuri

Lo studio si è concentrato esclusivamente su un campione di bambini frequentanti la quarta elementare della scuola primaria. Tuttavia, sarebbe fondamentale estendere la ricerca includendo gruppi di età diverse, per capire meglio come le competenze di coding si evolvono nel tempo e come il loro apprendimento si intreccia con lo sviluppo delle capacità cognitive di base. Studi di tipo trasversale e longitudinale permetterebbero di osservare non solo i cambiamenti nelle competenze di coding in vari momenti dello sviluppo, ma anche di analizzare in che modo tali competenze si consolidano o si modificano con l'avanzare dell'età e con l'esperienza accumulata.

Inoltre, un altro aspetto rilevante che non è stato considerato riguarda le strategie utilizzate dai bambini per affrontare e risolvere i problemi nelle prove di coding. Come dimostrato da Sullivan e Bers (2016), potrebbero emergere differenze di genere significative in queste strategie. Un'analisi più approfondita di queste differenze non solo arricchirebbe la comprensione delle modalità di problem-solving dei bambini, ma potrebbe anche fornire

indicazioni utili per lo sviluppo di programmi didattici più inclusivi e personalizzati, che tengano conto delle diverse esigenze e dei diversi approcci dei bambini e delle bambine.

Un ulteriore limite dello studio riguarda la dimensione del campione, che era costituito da soli 89 bambini. Un campione di questa entità, sebbene possa fornire indicazioni preliminari utili, risulta troppo ridotto per poter trarre conclusioni generalizzabili a una popolazione più ampia. In future ricerche, sarebbe auspicabile incrementare il numero di partecipanti per migliorare la robustezza statistica dei risultati e per assicurare che le osservazioni fatte possano essere applicate a contesti educativi diversi e più ampi. Infine, sarebbe opportuno considerare variabili aggiuntive, come il background socioeconomico e culturale dei bambini, che potrebbero influenzare sia l'apprendimento del coding sia le capacità cognitive di base, per ottenere un quadro ancora più completo e rappresentativo della realtà.

Bibliografia

AAUW. (2010). Women and girls in science, technology, engineering, and mathematics. In C. Hill, C. Corbett, & A. St. Rose (Eds.), *Why so few women in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: AAUW.

Alonso, M. T., Barba-Sánchez, V., López Bonal, M. T., and Macià, H. (2021). Two perspectives on the gender gap in computer engineering: from secondary school to higher education. *Sustainability* 13, 10445. doi: 10.3390/su131810445

Anderson, N., Lankshear, C., Timms, C., and Courtney, L. (2008). ‘Because it’s boring, irrelevant and I don’t like computers’: Why high school girls avoid professionally-oriented ICT subjects. *Comput. Educ.* 50, 1304–1318. doi: 10.1016/j.compedu.2006.12.003

Ardito, G., Czerkawski, B. & Scollins, L. Learning Computational Thinking Together: Effects of Gender Differences in Collaborative Middle School Robotics Program. *TechTrends* 64, 373–387 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00461-8>

Arfè, B., & Vardanega, T. (2019). Imparare a ragionare: il ruolo del pensiero computazionale a scuola. *Giornale italiano di psicologia*, 46(4), 765-770.

Baillargeon, R., Spelke, E. S., & Wasserman, S. (1985). Object permanence in five-month-old infants. *Cognition*, 20(3), 191-208.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?. *ACM inroads*, 2(1), 48-54.

Bell, T., & Duncan, C. (2018). Teaching Computing in Primary Schools. *Computer Science Education: Perspectives on Teaching and Learning in School*, 131.

Beyer, S. (2014). Why are women underrepresented in Computer Science? Gender differences in stereotypes, self-efficacy, values, and interests and predictors of future CS course-taking and grades. *Comput. Sci. Educ.* 24, 153–192. doi: 10.1080/08993408.2014.963363

Bucciarelli, M. (2019). Imparare a ragionare... e continuare a farlo. *Giornale italiano di psicologia*, 46(4), 743-760.

Buitrago Flórez, F., Casallas, R., Hernández, M., Reyes, A., Restrepo, S., & Danies, G. (2017). Changing a generation's way of thinking: Teaching computational thinking through programming. *Review of Educational Research*, *87*(4), 834-860.

C.F. Miller, *Gend. Dev., Theor. , Wiley Black Encycl. Gend. Sex. Stud.* (2016), pp. 1-6

Charles, M., Harr, B., Cech, E., and Hendley, A. (2014). Who likes math where? Gender differences in eighth-graders' attitudes around the world. *Int. Studies Sociol. Educ.* *24*, 85–112. doi: 10.1080/09620214.2014.895140

Charlesworth, T. E. S., and Banaji, M. R. (2019). Gender in science, technology, engineering, and mathematics: issues, causes, solutions. *J. Neurosci.* *39*, 7228–7243. doi: 10.1523/JNEUROSCI.0475-18.2019

Collins, D. W., & Kimura, D. (1997). A large sex difference on a two-dimensional mental rotation task. *Behavioral neuroscience*, *111*(4), 845.

Curzon, P., Black, J., Meagher, L. R., & McOwan, P. W. (2009). cs4fn.org: Enthusing students about Computer Science. *Proceedings of Informatics Education Europe IV*, 73-80.

Dedovic, K., Wadiwalla, M., Engert, V., & Pruessner, J. C. (2009). The role of sex and gender socialization in stress reactivity. *Developmental psychology*, *45*(1), 45.

Espino, E. E. E., & González, C. G. (2016, September). Gender and computational thinking: Review of the literature and applications. In *Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction* (pp. 1-2).

Falloon, G. (2016). An analysis of young students' thinking when completing basic coding tasks using Scratch Jnr. On the iPad. *Journal of Computer Assisted Learning*, *32*(6), 576-593.

Feingold, A. (1994). Gender differences in personality: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, *116*(3), 429.

Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, *63*, 87-97.

Fisher, A., and Margolis, J. (2003). “Unlocking the clubhouse: Women in computing,” in

Proceedings of the 34th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. p. 23. doi: 10.1145/611892.611896

Frieze, C. (2005). Diversifying the images of computer science: Undergraduate women take on the challenge! *ACM SIGCSE Bull.* 37, 397–400. doi: 10.1145/1047124.1047476

Gnambs, T. (2021). The development of gender differences in information and communication technology (ICT) literacy in middle adolescence. *Comput. Human Behav.* 114, 106533. doi: 10.1016/j.chb.2020.106533

Greiff, S., Wüstenberg, S., Csapó, B., Demetriou, A., Hautamäki, J., Graesser, A. C., & Martin, R. (2014). Domain-general problem solving skills and education in the 21st century. *Educational Research Review*, (13), 74-83.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.

Guzdial, M. (2008). Education paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25-27.

Halpern, D.F., LaMay, M.L. The Smarter Sex: A Critical Review of Sex Differences in Intelligence. *Educational Psychology Review* 12, 229–246 (2000). <https://doi.org/10.1023/A:1009027516424>

Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.

Hirnstein, M., Stuebs, J., Moè, A., & Hausmann, M. (2023). Sex/gender differences in verbal fluency and verbal-episodic memory: a meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 18(1), 67-90.

Hu, C. (2011, June). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it. In *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education* (pp. 223-227).

Jansen, P., Zayed, K., & Osmani, R. (2016). Gender differences in mental rotation in Oman and Germany. *Learning and Individual Differences*, 51, 284-290.

Kheloui, S., Jacmin-Park, S., Larocque, O., Kerr, P., Rossi, M., Cartier, L., & Juster, R. P. (2023). Sex/gender differences in cognitive abilities. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 105333.

Kožuh, I., Krajnc, R., Hadjileontiadis, L. J., and Debevc, M. (2018). Assessment of problem solving ability in novice programmers. *PLoS ONE* 13, e0201919. doi: 10.1371/journal.pone.0201919

Lodi, M., Martini, S. Computational Thinking, Between Papert and Wing. *Sci & Educ* 30, 883–908 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00202-5>

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in human behavior*, 41, 51-61.

Maloney, E. A., Waechter, S., Risko, E. F., and Fugelsang, J. A. (2012). Reducing the sex difference in math anxiety: The role of spatial processing ability. *Learn. Individual Differ.* 22, 380–384. doi: 10.1016/j.lindif.2012.01.001

Margolis, J., & Fisher, A. (2002). *Unlocking the clubhouse: Women in computing*. MIT press.

Master, A. (2021). Gender stereotypes influence children's STEM motivation. *Child Development Perspectives*, 15(3), 203-210.

Masters, M. S., & Sanders, B. (1993). Is the gender difference in mental rotation disappearing?. *Behavior genetics*, 23, 337-341.

Mohaghegh, D. M., & McCauley, M. (2016). Computational thinking: The skill set of the 21st century.

Mohaghegh, Dr Mahsa, and Michael McCauley. "Computational thinking: The skill set of the 21st century." (2016). <https://www.researchbank.ac.nz/server/api/core/bitstreams/01a20ffc-7eb5-4cf7-8c23-4d5c0bfb7482/content>

Montuori, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2022). Exploring gender differences in coding at the beginning of primary school. *Frontiers in Psychology*, 13, 887280.

Papavlasopoulou, S., Sharma, K., and Giannakos, M. N. (2020). Coding activities for children: Coupling eye-tracking with qualitative data to investigate gender differences. *Comput. Human*

Behav. 105, 105939. doi: 10.1016/j.chb.2019.03.003

Petersen, J. (2018). Gender difference in verbal performance: A meta-analysis of United States state performance assessments. *Educational Psychology Review*, 30, 1269-1281.

Resnick, L. B. (1987). The 1987 presidential address learning in school and out. *Educational researcher*, 16(9), 13-54.

Riva, D., Nichelli, F., & Devoti, M. (2000). Developmental aspects of verbal fluency and confrontation naming in children. *Brain and language*, 71(2), 267-284.

Spearman, J., and Watt, H. M. G. (2013). “Women’s Aspirations Towards “STEM” Careers,” in W. Patton (Ed.), *Conceptualising Women’s Working Lives: Moving the Boundaries of Discourse*. Rotterdam: SensePublishers. p. 175–191. doi: 10.1007/978-94-6209-209-9_10

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Girls, boys, and bots: Gender differences in young children’s performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education. Innovations in Practice*, 15, 145.

Sullivan, A., Bers, M.U. Gender differences in kindergarteners’ robotics and programming achievement. *Int J Technol Des Educ* 23, 691–702 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10798-012-9210-z>

Valerie J. Shute, Chen Sun, Jodi Asbell-CLarke. “Demystifying computational thinking” *Education Research Review*, Volume 22, November 2017, Pages 142-158 <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

Van Merriënboer, J. J. (2013). Perspectives on problem solving and instruction. *Computers & Education*, 64, 153-160.

Wallentin, M. (2009). Putative sex differences in verbal abilities and language cortex: A critical review. *Brain and language*, 108(3), 175-183.

Wang, MT., Degol, J.L. Gender Gap in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): Current Knowledge, Implications for Practice, Policy, and Future Directions. *Educ Psychol Rev* 29, 119–140 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>

Yücel, Y., and Rizvanoglu, K. (2019). Battling gender stereotypes: A user study of a code-

learning game, “Code Combat,” with middle school children. *Comput. Human Behav.* 99, 352–365. doi: 10.1016/j.chb.2019.05.029

Zweben, S., and Aspray, W. (2004). Undergraduate enrollments drop, department growth expectations moderate. *Computing Research News*. Available online at: <http://archive.cra.org/Activities/workshops/broadening.participation/cra/Taulbee/2002-2003.pdf> (accessed August 23, 2022).

Sitografia

https://eige.europa.eu/sites/default/files/documents/20184369_mh0418679itn_pdf.pdf

<https://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/ct-italian.pdf>

<https://www.istat.it/it/files/2023/10/Report-livelli-di-istruzione-e-ritorni-occupazionali.pdf>

<https://www.istituto15bologna.edu.it/pagine/indicazioni-nazionali-e-nuovi-scenari>

<https://www.orizzontescuola.it/tutti-docenti-dovranno-insegnare-pensiero-computazionale-previsto-nelle-nuove-indicazioni-nazionali-cosa-si-tratta/>