



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

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

**Corso di laurea Magistrale in Psicologia dello Sviluppo e dell'Educazione**

**Tesi di laurea Magistrale**

**Ansia per la matematica e percezione di competenza: il ruolo dei fattori emotivi negli studenti di scuola secondaria di primo grado**

**Maths anxiety and self-competence: the role of affective factors in middle school students**

*Relatrice*

*Prof.ssa Sara Caviola*

*Correlatrice*

*Dott.ssa Alice Masi*

*Laureanda: Giulia Scafora*

*Matricola: 2079357*

Anno Accademico 2023/2024



## INDICE

Introduzione .....	1
<b>Capitolo 1. LE ABILITÀ MATEMATICHE .....</b>	<b>3</b>
1.1 Introduzione all'apprendimento della matematica .....	3
1.2 Le abilità dominio-generalì .....	4
1.3 Le abilità dominio-specifiche .....	7
1.4 Lo sviluppo delle abilità di calcolo .....	9
1.4.1 Il calcolo a mente.....	11
1.4.2 Il calcolo scritto .....	13
1.5 La valutazione delle abilità matematiche.....	15
<b>Capitolo 2. I FATTORI EMOTIVI.....</b>	<b>19</b>
2.1 Premesse.....	19
2.2 Ansia per la matematica .....	20
2.2.1 <i>Definizione e caratteristiche</i> .....	20
2.2.2 <i>Differenze di genere</i> .....	22
2.2.3 <i>Relazione tra ansia per la matematica e prestazione accademica</i> .....	24
2.3 Percezione di competenza in matematica .....	25
2.3.1 <i>Definizione e caratteristiche</i> .....	25
2.3.2 <i>Differenze di genere</i> .....	26
2.3.3 <i>Relazione tra percezione di competenza e prestazione matematica</i> .....	27
2.4 Strategie di coping maladattive .....	28
2.4.1 <i>Definizione, caratteristiche e differenze di genere</i> .....	28
2.4.2 <i>Relazione tra strategie di coping maladattive e prestazione matematica</i> .....	30
2.5 Relazione tra le variabili emotive .....	31
<b>Capitolo 3. LA RICERCA.....</b>	<b>33</b>
3.1 Ipotesi e obiettivi della ricerca .....	33
3.2 Partecipanti.....	36
3.3 Procedura.....	38
3.4 Prove di Matematica.....	40
3.4.1 <i>Prova di Fluenza del calcolo</i> .....	40
3.4.2 <i>Prova di Calcolo Scritto</i> .....	42
3.4.3 <i>Prova di Calcolo Approssimato</i> .....	42
3.5 Questionari .....	43

3.5.1 <i>Questionario sulla Percezione di Competenza</i> .....	44
3.5.2 <i>Questionario sull'Ansia per la Matematica</i> .....	45
3.5.3 <i>Questionario sulle Strategie di Coping</i> .....	46
<b>Capitolo 4. I RISULTATI</b> .....	<b>49</b>
4.1 <b>Analisi preliminari</b> .....	<b>49</b>
4.1.1 <i>Analisi descrittive</i> .....	49
4.1.2 <i>Validità interna dei questionari</i> .....	52
4.2 <b>Analisi della varianza (ANOVA) in relazione al genere</b> .....	<b>53</b>
4.3 <b>Correlazioni</b> .....	<b>54</b>
4.4 <b>Regressioni multivariate</b> .....	<b>56</b>
4.5 <b>Regressioni multivariate con variabile moderatrice</b> .....	<b>60</b>
<b>Capitolo 5. DISCUSSIONI</b> .....	<b>65</b>
5.1 <b>Limiti della ricerca e sviluppi futuri</b> .....	<b>67</b>
<b>Bibliografia</b> .....	<b>71</b>

## Introduzione

Le abilità matematiche sono competenze importanti sia a scuola che nella vita di tutti i giorni. Tra i diversi fattori che possono influenzarle, ricoprono un ruolo importante quelli emotivi-motivazionali, definiti anche come attitudini nei confronti di tale disciplina, ossia il modo in cui gli individui si avvicinano alle situazioni legate alla matematica. Quest'ultime possono essere sia di natura positiva che negativa, agendo quindi come fattori protettivi o di rischio. Tra le attitudini maggiormente studiate in letteratura vi è l'ansia per la matematica e la percezione di competenza, strettamente correlate tra loro e con il successo accademico. Similmente, un'altra variabile di rilievo sono le strategie di coping, in particolare quelle maladattive.

In letteratura è stato dimostrato come tutte queste variabili abbiano un effetto, più o meno pronunciato, sulla prestazione in matematica. La prima, l'ansia per la matematica, è una sensazione di tensione e preoccupazione che ha degli effetti negativi sulla manipolazione dei numeri e la risoluzione di problemi matematici (Richardson e Suinn, 1972). La percezione di competenza in matematica, invece, costituisce un fattore motivazionale caratterizzato da componenti affettive, rappresentando il giudizio che gli individui si creano circa le proprie abilità in un dominio generale, come ad esempio la matematica. Infine, l'ultima variabile considerata è l'insieme di strategie di coping maladattive che gli studenti possono utilizzare per regolare le emozioni di fronte a situazioni o vissuti di stress. In letteratura, tutte le variabili presentate riportano una relazione significativa con la prestazione matematica; tuttavia, ad oggi, i contributi che considerano l'effetto congiunto di quest'ultime su una popolazione preadolescente sono scarse.

L'obiettivo della presente ricerca, condotta su ragazzi di età compresa tra gli 11 e i 12 anni, è stato quello di indagare la relazione tra le variabili emotive-motivazionali, sia positive che negative, coinvolte nell'apprendimento della matematica, e la loro effettiva influenza sulla prestazione matematica, con particolare attenzione al ruolo del genere. È stato chiesto agli studenti di svolgere delle prove di abilità matematiche di base e di rispondere a differenti questionari self-report.

Nel primo capitolo del presente elaborato verrà presentato l'apprendimento matematico. In particolare, saranno descritti i principali modelli teorici che si sono

susseguiti nel tempo al fine di descriverne i precursori. In conclusione, saranno approfondite le abilità di calcolo, nello specifico il calcolo a mente e scritto, con particolare attenzione alla valutazione di tali abilità.

Nel secondo capitolo, saranno introdotte le variabili emotive-motivazionali che giocano un ruolo fondamentale nell'apprendimento della matematica. In particolare, sarà introdotta l'ansia per la matematica, il costrutto di percezione di competenza e di strategie di coping maladattive, per ognuna delle quali verranno descritte le caratteristiche e la relazione con la prestazione matematica e tra di esse.

Nel terzo capitolo sarà descritta la ricerca, in particolare le ipotesi e gli obiettivi dello studio, oltre che il campione di riferimento e gli strumenti utilizzati per indagare i costrutti di interesse.

Nel quarto capitolo verranno presentati i risultati della ricerca, ossia le analisi descrittive, la valutazione dell'affidabilità interna dei questionari utilizzati, le correlazioni e i modelli di regressione svolti.

Il presente elaborato terminerà con una discussione dei risultati emersi a partire dallo studio alla luce delle evidenze presenti in letteratura. Saranno, infine, discussi i limiti della presente ricerca e i possibili sviluppi futuri.

## Capitolo 1. LE ABILITÀ MATEMATICHE

L'apprendimento della matematica richiede lo sviluppo di diverse abilità e il ricorso a complicati processi, ampiamente discussi in letteratura. In questo primo capitolo teorico sarà approfondito lo sviluppo delle abilità matematiche di base e i loro precursori. In particolare, verranno descritte le abilità dominio-specifiche e dominio-general, contestualmente ai principali modelli cognitivi di riferimento. Infine, saranno evidenziate le differenze nella valutazione clinica e scolastica di tali abilità matematiche, proponendo una breve rassegna dei principali strumenti utilizzati per la valutazione.

### 1.1 Introduzione all'apprendimento della matematica

Le abilità di conteggio, di calcolo o la risoluzione dei problemi sono abilità matematiche importanti nella vita di tutti i giorni. Allo stesso tempo, le capacità in matematica e la relativa scelta del proprio percorso formativo possono predire il futuro successo scolastico, occupazionale e finanziario, oltre che ad essere associate alla qualità della salute fisica e mentale, e al benessere economico di un paese (Levine, 2021; Murnane et al., 1995; Rose & Betts, 2004; National Mathematics Advisory Panel, 2008; Reyna & Brainerd, 2007). Ciononostante, la matematica è considerata come una disciplina polarizzata, dove solo alcuni individui si riconoscono come “matematici”, cioè persone brave e competenti in questa disciplina (Levine, 2021).

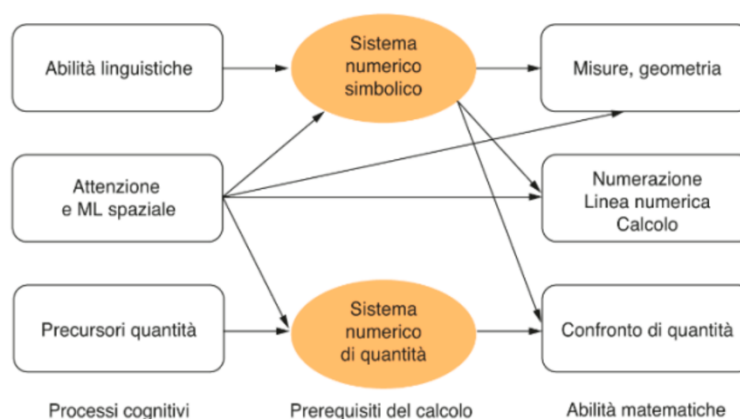
In parallelo, tale disciplina è considerata complessa e articolata, richiedendo l'interazione tra più fattori, ad esempio cognitivi, biologici, emotivi-motivazionali, contestuali, oltre che influenzata da percezioni e aspettative personali (Lucangeli & Mammarella, 2010). A sua volta, la matematica vede una forte influenza da parte delle abilità cognitive sia dominio-general che dominio-specifiche (De Vita, 2018).

Nel corso del tempo, gli studiosi si sono mostrati sempre più interessati alle basi biologiche dell'apprendimento in matematica, sino a dimostrare come la manipolazione del sistema numerico sia innata nell'uomo (Wynn, 1990; 1992).

A supporto di questa tesi, un importante riferimento presente in letteratura è il “Modello delle relazioni” (2010) di LeFevre, che si concentra sulla natura biologica dell'apprendimento matematico. Questo permette l'introduzione ai due grandi domini di abilità che rientrano nello sviluppo delle abilità matematiche: il primo, definito dominio-

specifico, e il secondo, più ampio e trasversale anche ad altri apprendimenti, quello dominio-generale. L'intero modello viene strutturato a partire dall'idea che vi sia una relazione tra competenze dominio-specifiche e dominio-generalì con particolare attenzione ai bambini dai 4,5 ai 7,5 anni di età. I principali tre precursori individuati sono: le abilità linguistiche, le competenze quantitative e le abilità attentive e cognitive. In particolare, secondo il modello, tutti i precursori concorrono allo sviluppo delle abilità matematiche attraverso la conoscenza del numero simbolico e del sistema numerico, che a sua volta consente l'acquisizione di conoscenze matematiche in forme più complesse (Figura 1.1). Le abilità linguistiche, nello specifico, permettono e supportano l'apprendimento del sistema simbolico. I precursori della rappresentazione di quantità, invece, sono coinvolti nelle operazioni sulle quantità. Infine, l'attenzione spaziale e la componente visuo-spaziale sono coinvolti in entrambi i sistemi, indipendentemente.

*Figura 1.1. Modello delle relazioni di LeFevre (2010)*



Nei prossimi paragrafi saranno spiegate ed analizzate questi differenti domini di abilità in relazione all'apprendimento matematico attraverso il supporto di studi e modelli scientifici di riferimento.

## 1.2 Le abilità dominio-generalì

Durante il percorso di sviluppo del bambino, tra i precursori delle abilità matematiche, che si sviluppano nel tempo vi sono le abilità di tipo dominio-generale. Quest'ultime, coinvolgono un'ampia gamma di componenti che possono essere fattori di



tipo cognitivo, sociali e contestuali, così come anche emotivo-motivazionali (Lucangeli & Mammarella, 2010).

In particolare, le abilità cognitive di base necessarie per apprendere la matematica rappresentano competenze mentali fondamentali che non sono limitate solo a questa disciplina, ma influenzano anche le prestazioni in altre aree di studio. Queste capacità cognitive universali, quindi, giocano un ruolo cruciale non solo nell'apprendimento matematico, ma anche nel rendimento scolastico generale (De Vita, 2018). Le abilità cognitive maggiormente investigate sono ad esempio, la Memoria di Lavoro (ML), le Funzioni Esecutive (FE) e la Velocità di Elaborazione (VE).

La memoria di lavoro (ML) è un sistema che permette di mantenere in memoria informazioni per un determinato lasso di tempo, conservando temporaneamente informazioni sia verbali che visuo-spaziali, e contemporaneamente le processa e le manipola in modo attivo durante l'esecuzione di un compito cognitivo (De Vita, 2018). Numerose ricerche evidenziano un legame significativo tra le capacità di ML e le abilità matematiche, osservabile già in età prescolare e stabile durante gli anni della scolarizzazione (De Vita, 2018). Le abilità della ML sono richieste anche nei compiti matematici più semplici proprio perché implicano il mantenimento temporaneo delle informazioni da utilizzare, la loro elaborazione e/o recupero delle procedure rilevanti ai fini della risoluzione del compito. Le difficoltà in matematica si presentano spesso in concomitanza con deficit nelle abilità di memoria di lavoro. Questa relazione è complessa e mediata da differenti fattori, come l'età del bambino (De Vita, 2018).

Le funzioni esecutive (FE), invece, sono un insieme di abilità cognitive volte a controllare e regolare pensieri e azioni. Il loro contributo è fondamentale nella scelta dell'opzione più vantaggiosa rispetto alle richieste della vita di tutti i giorni. Nello specifico, sono inclusi differenti processi cognitivi, tra questi l'updating, ossia l'abilità di sostituire in maniera appropriata le informazioni meno rilevanti con altre nuove e più funzionali, ma anche l'inibizione, permettendo di inibire quelle risposte automatiche inappropriate. Infine, un altro processo fondamentale è lo switching, cioè la capacità di passare in maniera flessibile da un'idea o un'attività all'altra, a seconda delle richieste delle differenti situazioni (De Vita, 2018). Quest'ultima risulta fondamentale nello svolgimento dei compiti matematici, soprattutto quando sono richiesti passaggi multipli per raggiungerne la risoluzione. Queste abilità sono quindi essenziali in quanto

consentono di navigare attraverso processi che richiedono diversi passaggi, muovendosi tra step alternativi con flessibilità cognitiva (De Vita, 2018).

La velocità di elaborazione (VE), infine, consiste nella rapidità e nell'efficienza con cui viene eseguito un compito cognitivo (De Vita, 2018). Quest'ultima è valutata attraverso dei compiti a tempo ed è considerata un precursore delle abilità dominio-general, a loro volta fondamentali per lo sviluppo delle abilità matematiche (Passolunghi et al., 2015). Nello specifico, consente di elaborare velocemente le informazioni, fornendo rapidamente una risposta e permettendo una risoluzione efficiente del compito. Di conseguenza, scarse abilità matematiche sono spesso associate ad una velocità di elaborazione più lenta, dimostrando la forte necessità di un potenziamento precoce (Costa et al., 2018).

Per quanto riguarda i fattori di natura sociale e contestuale, invece, i genitori, gli insegnanti o la società in senso più ampio, svolgono un ruolo importante che impatta sulla prestazione del bambino/studente (Eccles & Wigfield, 2020; Eysenck, 2010). Studenti con svantaggio sociale potrebbero svalutare le attività scolastiche perché richiedono loro costi elevati in termini di sforzo, emotivi o monetari (Eccles & Wigfield, 2020; Eysenck, 2010). Mentre, ad esempio, le difficoltà di apprendimento in matematica, nonostante presentino una componente genetica o ereditaria, si manifestano in seguito ad uno scambio tra ambiente e fattori neuroevolutivi (Eccles & Wigfield, 2020). In particolare, gran parte degli studi si è concentrata sul trasferimento di attitudini legate alla matematica, soprattutto l'ansia per la matematica, da parte dei genitori ai loro figli. Riportando i risultati di una recente metanalisi (Daucourt et al., 2021), l'ambiente matematico domestico, che comprende le diverse interazioni tra genitori e figli, manifesta di fatto un'influenza, seppur minima, sul successivo sviluppo delle capacità matematiche dei bambini.

Allo stesso modo, un altro contesto di particolare influenza è quello scolastico. Diversi studi, condotti negli Stati Uniti, hanno dimostrato come alti livelli di ansia per la matematica negli insegnanti di scuola primaria e secondaria avessero un'influenza sulla prestazione dei loro studenti, oltre che sui loro personali livelli di ansia per la matematica (Schaeffer et al., 2021).

Infine, anche le risorse di tipo individuale, come i valori, le credenze, il concetto di sé concorrono ad influenzare quella che è la prestazione ed il successo accademico,

soprattutto in matematica (Szücs & Mammarella, 2024). Tra questi si fa riferimento sia ad aspetti emotivi come emozioni di preoccupazione e ansia, ma anche motivazionali quali il concetto di sé, l'efficacia personale, l'autostima e la motivazione. Tali fattori sono in stretta relazione reciproca l'uno con l'altro, influenzando sia in maniera positiva che negativa la prestazione in matematica (Szücs & Mammarella, 2024). Si tratta pertanto di attitudini personali che agiscono quindi come importanti fattori di rischio e/o di protezione del successo matematico.

### **1.3 Le abilità dominio-specifiche**

A partire dagli anni '90 in poi, differenti studi si sono interessati nell'approfondire alcune capacità innate dell'essere umano che lo rendono in grado di discriminare e manipolare fatti numerici. All'interno delle abilità dominio-specifiche è infatti possibile ritrovare differenti competenze numeriche, sia simboliche che no, cruciali per lo sviluppo dell'apprendimento matematico. Ancora una volta, sono delle capacità innate, non verbali e non simboliche, condivise anche da specie animali non umane, ai fini di percepire, rappresentare e manipolare le informazioni numeriche in diversi contesti (De Vita, 2018). A partire dai primissimi mesi di vita, differenti studi nell'ambito della cognizione matematica sostengono la presenza di due sistemi di rappresentazione utili al fine di percepire e manipolare piccole numerosità (Cornoldi, 2019). Il primo è veloce, seppur impreciso, con l'obiettivo di discriminare tra due quantità entro un certo rapporto. Il secondo, invece, è un sistema esatto di precise quantità, nonostante siano limitate a un piccolo intervallo numerico.

Il primo è definito come sistema analogico-approssimato, o *Approximate Number System* (ANS). Quest'ultimo è un sistema cognitivo che, senza richiedere il ricorso a conteggio o ai numeri simbolici, permette una rappresentazione approssimata di grandi quantità di oggetti. È così che vengono eseguite delle stime, oltre che la possibilità di confrontare e discriminare numerosità in maniera intuitiva. La sua associazione con le abilità matematiche sono state riferite all'interno del modello di apprendimento matematico di Geary del 2013. In particolare, l'autore riporta tre fasi necessarie allo sviluppo delle abilità matematiche. La prima consiste nella discriminazione delle quantità, proprio attraverso l'ANS; la seconda, invece, avviene attraverso un processo di mappatura utile ad abbinare simboli numerici alle quantità; infine, nella terza ed ultima

fase, diventa possibile per il bambino comprendere la struttura logica del sistema numerico (Geary, 2013).

Il secondo, invece, è un sistema di rappresentazioni di piccole quantità di oggetti, definito *Object Tracking System* (OTS). Quest'ultimo riprende i principi spazio-temporali di coesione, in cui a livello implicito viene definita la numerosità esatta, permettendo quindi il riconoscimento immediato di pochi elementi (Cornoldi, 2019).

Attraverso l'apprendimento linguistico e l'influenza del contesto, i bambini iniziano a imparare le parole che indicano i numeri e, di conseguenza, sviluppano la capacità di contare gli oggetti. In particolare, a partire dallo sviluppo della competenza ANS, i bambini, verso i 2-3 anni, sviluppano una forma di conteggio non-verbale per codificare e riprodurre la numerosità (Sella, 2016). Si tratta di un processo complesso dato dalla capacità di saper mettere in relazione i concetti-numero con le parole-numero.

La teoria dei principi di conteggio (Gelman e Gallistel, 1986) sostiene infatti l'esistenza di cinque principi fondamentali innati che governano le conoscenze numeriche e, in particolare, l'abilità del conteggio. Il primo è il principio della corrispondenza biunivoca, dove per ciascun elemento dell'insieme viene associato un solo numero. Il secondo, il principio dell'ordine stabile prevede un ordine definito che deve essere applicato anche agli oggetti da contare. Il terzo, invece, riguarda la cardinalità: l'ultima parola-numero che viene espressa durante il conteggio determinerà la numerosità degli oggetti contati. Ancora, il principio di astrazione, secondo cui ogni cosa può essere contata. Infine, il principio di irrilevanza dell'ordine, cioè gli elementi di un insieme possono essere contati in ordine diverso, in quanto irrilevante. È così quindi che il bambino costruisce una "mappatura bidirezionale" che consente l'utilizzo dei meccanismi innati, come le conoscenze non-verbali, e dei meccanismi appresi, cioè le parole-numero.

In letteratura, è possibile ritrovare differenti modelli che indagano l'abilità del conteggio. Tra i più riconosciuti vi sono il modello di Fuson del 1991 (Cornoldi, 2019) ed il modello delle cinque fasi di Lucangeli (2019). Il primo, denominato anche "dei contesti diversi", sottolinea come i compiti imitativi eseguiti dai bambini siano alla base dello sviluppo dei principi di calcolo, nonostante le loro basi innate. Nel secondo modello, invece, lo sviluppo delle abilità di conteggio viene reso esplicito a partire da cinque fasi fondamentali:

1. la sequenza dei numeri è utilizzata unicamente come se fosse una sola stringa di parole;
2. le parole-numero sono distinte, nonostante si segua una sola direzione, cioè in avanti e sempre partendo dal numero uno;
3. la sequenza è più flessibile, nonostante debba ancora seguire le regole di relazione numerica;
4. le parole-numero sono ben distinte senza alcuna necessità di ricorso a una corrispondenza biunivoca;
5. la sequenza diventa uno strumento bidirezionale utile per operare con diverse modalità.

Pertanto, questo processo prepara il bambino a sviluppare competenze e metodologie avanzate necessarie per le abilità di calcolo matematico future.

Nei prossimi paragrafi, saranno analizzate le differenti tappe dello sviluppo delle abilità del calcolo, passando dal conteggio al calcolo a mente, sino al calcolo scritto.

#### **1.4 Lo sviluppo delle abilità di calcolo**

I meccanismi del calcolo e del sistema numerico si sviluppano in maniera progressiva e attraverso precedenti acquisizioni di specifici processi (Lucangeli e Tressoldi, 2002). In particolare, in letteratura le abilità di calcolo sono definite come l'insieme dei processi che permettono di manipolare grandezze numeriche attraverso lo svolgimento di operazioni aritmetiche (Caviola, 2018). Come presentato in precedenza, vari autori hanno tentato di spiegare il processo di sviluppo delle abilità di calcolo, come Gelman e Gallistel (1986). È noto come le abilità di calcolo si sviluppino e si perfezionino solo nel corso degli anni, attraversando così varie fasi sino a giungere alle strategie di recupero mnemonico dei risultati dei calcoli e delle procedure (Aschraft, 1982).

La letteratura riporta tre principali processi di sviluppo delle capacità matematiche, afferenti a tre aree: lessicale, semantico, sintattico (Cornoldi, 2019). L'area lessicale si riferisce alla capacità di assegnare un nome ai numeri, una capacità che deriva da competenze più generali, come la comprensione del rapporto tra segno e significato. L'area semantica, invece, fa riferimento alla capacità di comprensione del significato dei numeri, attraverso una rappresentazione quantitativa volta all'associazione di numeri e

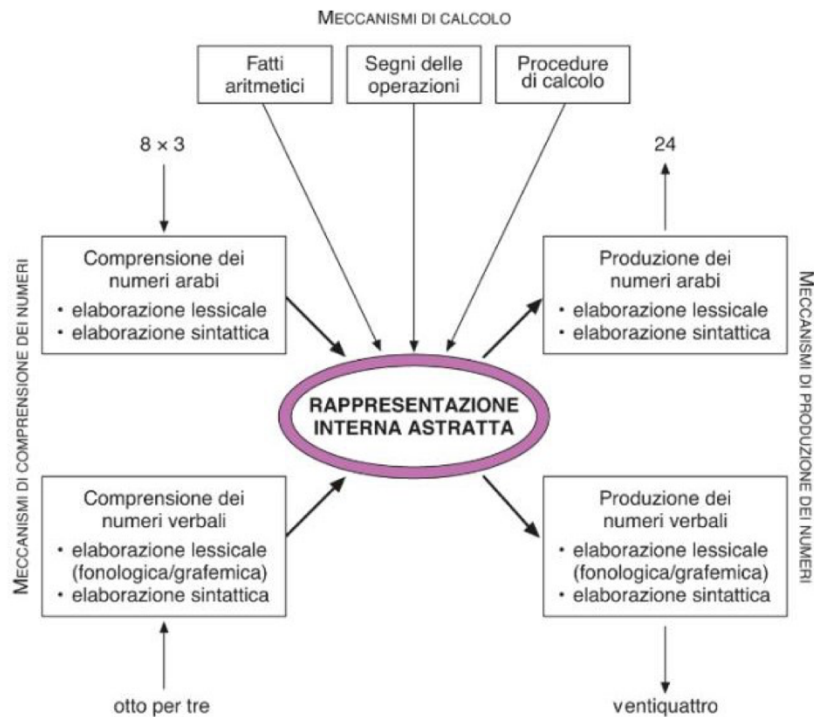
quantità. Infine, l'area sintattica riguarda le relazioni spaziali tra le cifre che compongono i numeri, ossia la posizione delle cifre determina il valore all'interno di un sistema organizzato per ordine di grandezza.

Uno dei modelli teorici che ha introdotto al meglio lo sviluppo e l'interazione tra questi differenti fattori è quello di McCloskey (1985). Quest'ultimo, denominato anche "Modello di comprensione numerica e calcolo aritmetico", viene formulato a partire dall'esistenza di moduli matematici separati ed indipendenti. Infatti, la struttura della cognizione numerica viene proposta come autonoma rispetto ad altri sistemi cognitivi, composta da tre moduli funzionalmente differenti, che sono interconnessi, in maniera indiretta, attraverso una rappresentazione astratta delle quantità. Nello specifico, il modello distingue il sistema di calcolo e di comprensione, definito input, e quello di produzione, definito output (Figura 1.2). Al centro dello scambio è presente un sistema centrale di rappresentazione semantica che collega e monitora i due sistemi sopracitati. Il sistema del calcolo si occupa di trasformare la struttura del numero in un formato comune che consente di comprendere ed interpretare i numeri, includendo tra i componenti la lettura dei numeri, sia in forma araba che verbale. A sua volta, è possibile ritrovare il sistema del calcolo volto ad elaborare le informazioni numeriche, grazie al supporto dei processi lessicali (ossia consente di leggere i nomi dei numeri) e sintattici, cioè la grammatica interna delle cifre, da inviare al sistema del calcolo. Quest'ultimo è la sede di tutto ciò che attiene al calcolo, ma anch'esso include sottoinsiemi separati, uno specifico per i simboli aritmetici, uno per i fatti aritmetici e uno per le procedure di calcolo.

Infine, il sistema di produzione traduce gli output in risposte numeriche espresse in cifre o parole. Quest'ultimo si occupa della produzione dei numeri, come ad esempio la scrittura dei numeri stessi, assicurando che i risultati delle operazioni siano espressi in una forma comprensibile.

Al centro dello scambio tra questi tre sistemi è presente un sistema centrale di rappresentazione semantica che si occupa di collegarli e monitorarli, garantendo la coerenza e la correttezza delle informazioni trasmesse.

Figura 1.2. Modello di McCloskey, Caramazza e Basili (1985)



La struttura del modello è modulare, presentando unità di elaborazione distinte e indipendenti. Tale organizzazione permette di rilevare disfunzioni specifiche in una singola unità. A partire da questo presupposto, i meccanismi di calcolo non interagiscono mai direttamente con i numeri, ma lavorano unicamente con la rappresentazione astratta delle quantità.

Nel paragrafo successivo, in seguito all'introduzione dei processi preverbal, saranno introdotti i processi di sviluppo a sostegno del calcolo a mente, passaggio che precede l'acquisizione delle abilità del calcolo scritto.

### 1.4.1 Il calcolo a mente

Durante lo sviluppo, il bambino attraversa un percorso evolutivo che parte dall'utilizzo di semplici strategie di conteggio, utilizzate soprattutto nei primi anni della scuola primaria, per arrivare poi ad apprendere ed utilizzare strategie sempre più complesse, come la scomposizione dei numeri o il recupero di fatti numerici, al fine di condurre dei calcoli a mente (Cornoldi, 2019).

Siegler e Mitchell, in uno studio del 1982, hanno identificato quattro modalità utilizzate dai bambini per risolvere calcoli a mente, di cui non conoscono il risultato. Tra questi vi sono: il conteggio con le dita esplicito, il conteggio verbale ad alta voce senza l'uso delle dita, l'uso delle dita senza conteggio, e la mancanza di una strategia specifica.

Il primo, definito anche “counting all”, prevede il conteggio sulle dita di ciascun addendo. Il secondo, “counting on”, vede l'aggiunta all'addendo maggiore di un'unità alla volta di quello minore. Successivamente, il bambino apprende a recuperare direttamente la risposta guardando le dita senza contarle. Infine, riconosciuto il limite dato dall'utilizzo delle dita, il bambino apprende strategie di conteggio sempre più evolute (Cornoldi, 2019). Un esempio è la proprietà dissociativa, dove il bambino impara a scomporre un addendo, minuendo o sottraendo, in due o più addendi più piccoli, in modo da poter procedere con calcoli sempre semplici dati da numeri facili da elaborare. Il passaggio da una strategia all'altra, secondo gli autori, dipende anche una soglia data dal “livello di fiducia”. In altre parole, se la certezza del bambino rispetto ad un calcolo supera la soglia data, allora verrà utilizzata la strategia selezionata. Maggiore è la sicurezza nelle proprie capacità matematiche, più complessa ed evoluta sarà la strategia utilizzata dal bambino (Cornoldi, 2019; Siegler & Mitchell, 1982).

Tuttavia, una tesi che si pone in contrasto a quest'ultimo modello, è stata avanzata da Ashcraft (1994). Di fatti, l'autore sostiene come i processi di recupero e quelli di conteggio si attivino parallelamente, nonostante solo la strategia che consentirà di ottenere la risposta nel minor tempo possibile sarà poi utilizzata. Solo successivamente nel percorso di sviluppo, il bambino preferirà le regole procedurali, o di conteggio.

Allo stesso tempo, però, Baroody (1983) sostiene come anche le stesse regole dichiarative, o di recupero, evolvano nel tempo, divenendo delle vere e proprie regole automatiche.

Nello specifico, recenti studi in letteratura hanno indagato l'utilizzo delle strategie volte alla risoluzione di somme e sottrazioni tra gli alunni di terza e quinta elementare. È stato dimostrato che gli alunni di terza tendono ad utilizzare meno frequentemente le strategie più efficienti, preferendo strategie di tipo procedurale, che risultano essere più sicure, ma anche più onerose in termini di risorse cognitive richieste (Caviola, 2018).

Infatti, i bambini mettono in atto differenti strategie contemporaneamente, modificando, durante lo sviluppo, la frequenza del loro utilizzo. In particolare, questo può essere dovuto



da un effetto *recency* dato dall'apprendimento scolastico, ossia gli alunni sono più inclini ad utilizzare una strategia imparata di recente a scuola rispetto a quelle più efficienti che dimostrano una migliore padronanza della conoscenza aritmetica di base (Caviola, 2018).

Infine, uno dei più grandi aspetti da tenere in considerazione è che come l'uso delle strategie vari a seconda dei Paesi e dei loro sistemi scolastici; ad esempio, in Belgio, Italia e Paesi Bassi, i bambini apprendono dapprima il calcolo mentale per la sottrazione a più cifre in seconda elementare, mentre l'algoritmo scritto viene insegnato solo a partire dalla terza elementare (Cornoldi e Lucangeli, 2004; Caviola et al., 2014). In letteratura, ancora nessun studioso ha documentato l'intera gamma di strategie utilizzate. Queste sono spesso suddivise rispetto al calcolo richiesto: ad esempio, la strategia adeguata alla sottrazione 5-3 potrebbe essere il recupero immediato dei fatti aritmetici. Al contrario, per calcoli più complessi, si possono utilizzare strategie come il conteggio in avanti o indietro, suddivise anch'esse rispetto al percorso scelto per la risoluzione, ossia da destra verso sinistra o da sinistra verso destra. Sicuramente, la scelta della strategia è influenzata da diversi fattori, come le caratteristiche del problema, cioè la sua complessità, ma anche aspetti più superficiali, come la presentazione del problema in verticale o orizzontale. Ad esempio, i problemi presentati in verticale richiedono più risorse visive, mentre quelli presentati in orizzontale richiedono più risorse fonologiche (Caviola et al., 2012).

In seguito alla descrizione dell'acquisizione di queste capacità di base, all'interno del prossimo paragrafo sarà discussa l'abilità del calcolo scritto, passaggio cruciale nello sviluppo delle capacità matematiche.

#### **1.4.2 Il calcolo scritto**

In seguito allo sviluppo delle abilità del calcolo a mente, l'acquisizione del calcolo scritto richiede l'attraversamento di differenti fasi, ossia la comprensione dei simboli, l'abilità di incolonnamento e la conoscenza procedurale necessaria alla risoluzione delle operazioni (Cornoldi, Lucangeli, & Bellina, 2012).

È necessario che il bambino apprenda dapprima a riconoscere, comprendere e scrivere i simboli aritmetici, come l'associazione tra l'addizione e il simbolo +, per evitare fraintendimenti con altri calcoli numerici. Il secondo prerequisito è la capacità di incolonnare l'operazione in maniera corretta, ad esempio posizionando le unità sopra le

decine, al fine di ottenere la soluzione esatta. Infine, il bambino apprenderà le conoscenze procedurali richieste per lo svolgimento delle operazioni, tra queste: il calcolo iniziale delle unità, le regole del prestito e del riporto, la corretta scrittura dei risultati rispetto alle regole di incolonnamento, e così via. L'insieme di queste conoscenze saranno poi automatizzate, permettendo una maggiore velocità e precisione nello svolgimento (Cornoldi, Lucangeli, & Bellina, 2012).

La distinzione ad oggi condivisa dalla letteratura è tra una forma di conoscenza concettuale (CC) e una di tipo procedurale (CP), entrambe necessarie per la risoluzione del problema. La conoscenza concettuale si riferisce alla comprensione e alla relazione dei collegamenti tra le informazioni e le regole alla base dell'apprendimento di nuovi concetti matematici. Questa era definita da Hiebert (1986) come una conoscenza ricca di relazioni. Al contrario, la conoscenza procedurale riguarda le azioni e i passi necessari per raggiungere un obiettivo, come le sequenze di operazioni necessarie per risolvere un'equazione. Anderson (1993) ha definito, di fatto, la conoscenza procedurale come qualcosa che potesse essere espressa solo attraverso la *performance* reale. Oggi si ritiene che, sebbene la conoscenza procedurale possa essere automatizzata grazie all'esperienza, richieda comunque una selezione conscia e una riflessione verbalizzabile.

A tal proposito, sono stati proposti quattro differenti punti di vista circa la relazione tra queste due tipologie di conoscenza. Il primo, denominato *concepts-first view*, sostiene che, durante lo sviluppo, i bambini sviluppano prima la conoscenza concettuale, grazie alle spiegazioni da parte dei genitori o perché guidati da vincoli innati, per poi sviluppare la conoscenza procedurale grazie alla sempre maggiore pratica nella risoluzione di problemi (Gelman & Williams, 1998; Halford, 1993).

Un altro punto di vista, denominato *procedures-first view*, sostiene che i bambini apprendono dapprima le procedure, per poi apprendere gradualmente i concetti attraverso dei processi di astrazione (Karmiloff-Smith, 1995; Siegler & Stern, 1998).

Una terza visione, invece, è stata sviluppata da Haapasalo e Kadjevich (2000), denominata anche *inactivation view*. Secondo questi autori, infatti, la conoscenza procedurale e concettuale si sviluppano indipendentemente.

La quarta ed ultima posizione, definita anche *iterative view*, prevede che le relazioni causali tra le due siano bi-direzionali, cioè all'aumentare della conoscenza concettuale aumenti anche quella procedurale, e viceversa (Baroody, 2003; Rittle-Johnson & Siegler,

1998; Rittle-Johnson et al., 2001). Questa è attualmente la posizione che ha ricevuto maggiore consenso dalla comunità scientifica, anche grazie all'utilizzo di metodologie dimensionali piuttosto che categoriali.

### **1.5 La valutazione delle abilità matematiche**

Le abilità matematiche sono plurime, complesse e diverse tra loro. Si sviluppano attraversando differenti tappe nel corso della crescita e richiedono precursori specifici. La valutazione di queste abilità è cruciale sia in ambito scolastico per valutarne l'apprendimento, ma anche in ambito clinico per delineare un profilo funzionale del bambino (Cornoldi, 2019).

All'interno del contesto scolastico, gli studenti ricevono quotidianamente delle valutazioni. Questo processo consiste nell'attribuzione di un valore a qualcosa o qualcuno e permette di accertare che lo studente abbia acquisito le competenze necessarie allo svolgimento di un compito (Domenici, 2003). Tuttavia, la matematica è considerata come un insieme di processi e di fattori da distinguere in differenti componenti. Nello specifico, in matematica, non è sufficiente la sola conoscenza di un concetto, ma è necessario saperlo utilizzare per effettuare calcoli, combinarlo con altri e con strategie per risolvere problemi (Ferretti & Lovece, 2015).

Le valutazioni scolastiche, in particolare, si focalizzano sull'apprendimento attraverso prove create ad hoc e personalizzate sulla base del programma in formato scritto o orale. Queste prove differiscono da classe a classe e sono strettamente legate al curriculum scolastico. In particolare, le prove di verifica possono essere distinte in quattro differenti categorie, a seconda del tipo di stimolo e di risposta che viene richiesta allo studente (Vertecchi, 2003). La prima tipologia può essere una valutazione con stimolo aperto e risposta aperta, come i temi e le interrogazioni, dove viene richiesta un'interpretazione personale ad una domanda. La seconda prevede uno stimolo chiuso e una risposta aperta, ossia quesiti specifici che richiedono una risposta che segua particolari indicazioni, come un limite di lunghezza. Ancora, esistono le valutazioni con stimolo chiuso e risposta chiusa, dove le domande richiedono una risposta univoca, come l'esecuzione di calcoli. Infine, troviamo la tipologia con stimolo aperto e risposta chiusa, come le interrogazioni in cui si richiede una risposta chiusa, come consenso o dissenso, rispetto ad uno stimolo aperto. Questa tipologia di strumenti non prevede alcun paragone con un campione di

riferimento nazionale, bensì con la sola classe di appartenenza. Pertanto, l'obiettivo è la valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti delle capacità matematiche insegnate (Cornoldi, 2019).

Un'altra tipologia di valutazione, invece, è quella clinica che comporta l'utilizzo di differenti test standardizzati volti ad indagare determinate abilità di base e più complesse, differenziando per età di sviluppo (Cornoldi, 2019). In particolare, la loro utilità consiste nel realizzare degli screening utili per l'identificazione precoce del rischio di insorgenza di disturbi, e di conseguenza consentono di progettare degli interventi educativi di potenziamento e supporto. La valutazione clinica, ad esempio, è volta ad indagare la conoscenza dei fatti numerici, cioè la conoscenza come dati di fatto dei risultati di alcune operazioni fondamentali relativi a somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione di numeri. Questo perché l'abilità di saper svolgere correttamente i calcoli deve essere ben automatizzata. Infatti, i test utilizzati sono volti a indagare anche parametri come l'accuratezza e la velocità di esecuzione di un calcolo, fondamentale per comprendere l'automatizzazione di una specifica abilità. Allo stesso tempo, il clinico valuterà accuratamente gli errori commessi durante il compito.

In particolare, i possibili errori in matematica che possono essere riscontrati durante la valutazione sono:

- errori nel recupero di fatti aritmetici di cui un esempio sono gli errori di "confine" causati da un'attivazione inappropriata di tabelline vicine ( $3 \times 7 = 24$ ), di "slittamento", tra una cifra corretta e una errata ( $4 \times 6 = 34$ ), e/o confusione tra fatti additivi e moltiplicativi ( $3 \times 5 = 8$ ) (Cornoldi et al., 2020b);
- errori nel mantenimento e nel recupero delle procedure riscontrabili nell'utilizzo di procedimenti immaturi rispetto alla classe frequentata, soprattutto quando le regole di accesso rapido non sono ancora interiorizzate (Cornoldi et al., 2020b);
- errori nell'applicazione di procedure, nel caso del prestito e del riporto;
- errori visuospatiali che possono compromettere il riconoscimento di segni e/o l'incolonnamento dei numeri (Cornoldi et al., 2020b).

La valutazione è volta quindi nel delineare il profilo funzionale del bambino, valutandone i punti di forza e di debolezza. In particolare, l'attenzione del clinico è rivolta allo studio

delle capacità e degli errori, fonte preziosa di informazione per la strutturazione di un eventuale intervento.

Ad oggi, le batterie volte a valutare questi aspetti sono differenti sia per il materiale proposto che per la fascia scolastica applicabile. In età prescolare, a livello individuale, è presente la batteria BIN 4-6 – *Batteria per la valutazione dell'intelligenza numerica* (Molin, Poli e Lucangeli, 2007). Ancora, per la scuola primaria e secondaria sono state proposte le batterie AC-MT 6-11 (Cornoldi, Lucangeli e Bellina, 2012), AC-MT 11-14 (Cornoldi e Cazzola, 2004), AC-MT 3 per la clinica (Cornoldi, Mammarella, & Caviola, 2020) e BDE-2 (Biancarsi, Bachmann, & Nicoletti, 2022).

Tutte le batterie presentate per la valutazione sono tra loro complementari perché permettono di rintracciare i relativi meccanismi di apprendimento, ma anche gli errori e i deficit, distinguendoli a livello semantico, sintattico e lessicale. L'esaminatore dovrà poi selezionare lo strumento più adeguato in base agli obiettivi che intende raggiungere in relazione con il soggetto. Infine, la scelta della batteria non può prescindere anche da un'attenta valutazione delle sue caratteristiche psicometriche, la rappresentatività del campione normativo e gli indici di attendibilità.

In conclusione, appare fondamentale valutare le abilità matematiche al fine di comprendere e identificare le difficoltà specifiche, oltre che le loro origini, ma anche per pianificare degli interventi educativi mirati ed efficaci. In aggiunta, una valutazione approfondita comporta anche lo studio delle abilità generali del bambino, fondamentali per lo sviluppo delle abilità matematiche.

Nel contesto dell'apprendimento della matematica, quindi oltre alle competenze specifiche in materia discusse in precedenza, rivestono un ruolo cruciale anche i fattori più generali come quelli emotivi e motivazionali, i quali saranno esaminati più dettagliatamente nel capitolo successivo.



## Capitolo 2. I FATTORI EMOTIVI

Tra i fattori che giocano un ruolo fondamentale nell'apprendimento della matematica vi sono sia fattori emotivi-affettivi sia motivazionali.

Nel presente capitolo saranno descritti in maniera approfondita alcuni di questi, tra cui l'ansia per la matematica, la percezione di competenza in tale disciplina e le strategie di coping maladattive. In particolare, saranno delineate le diverse caratteristiche di ciascun fattore, la relazione con il genere e la prestazione accademica in matematica, nonché le reciproche relazioni tra di esse.

### 2.1 Premesse

La matematica è una disciplina complessa, il cui apprendimento è influenzato non solo dalle abilità cognitive, ma anche da fattori emotivi e motivazionali (Quílez-Robres et al., 2021). Quest'ultimi sono definiti in letteratura come attitudini verso la matematica, ossia l'insieme delle percezioni, credenze e reazioni emotive che gli individui sviluppano nei confronti di tale disciplina (Levine & Pantoja, 2021). In particolare, le attitudini maggiormente riconosciute e investigate sono l'ansia per la matematica, il concetto di sé in matematica, gli stereotipi di genere e l'atteggiamento mentale verso l'abilità matematica stessa. Lo sviluppo precoce di queste attitudini e credenze, sia positive che negative, è stato identificato come un importante predittore longitudinale del successo accademico e delle relative scelte di carriera in ambito scientifico (Master & Meltzoff, 2020). È riconosciuto come le attitudini si sviluppano nel corso degli anni, a partire dai primi anni della scuola primaria (Levine & Pantoja, 2021). Le prime esperienze in relazione alla matematica e i relativi successi o fallimenti percepiti giocano un ruolo cruciale nello sviluppo di queste attitudini. Un rendimento iniziale positivo, infatti, può favorire una visione positiva delle proprie capacità, permettendo l'instaurarsi di un circolo virtuoso adattivo e positivo. Al contrario, difficoltà iniziali possono condurre ad una visione negativa delle proprie capacità, alimentando un ciclo vizioso che può condurre, a sua volta, allo sperimentare livelli sempre più elevati di ansia per la matematica e/o una bassa percezione di competenza in tale disciplina. Allo stesso tempo, alcune attitudini positive, come la motivazione in matematica, anche se presenti insieme ad alti livelli di

ansia per la matematica, possono migliorare la previsione dei comportamenti di apprendimento e dei risultati, rispetto all'influenza di una sola delle due variabili (Lyons & Beilock, 2011; Wigfield & Meece, 1988; Wang, 2015). Queste attitudini, tuttavia, non si sviluppano in isolamento, ma, anche grazie a dei "socializzatori chiave", che sono rappresentati ad esempio dai genitori e dagli insegnanti, che possono influenzare a loro volta tali attitudini sia positivamente che negativamente.

Nonostante l'importanza di queste attitudini sia ad oggi riconosciuta, sono presenti ancora diversi limiti in letteratura. Un esempio è la mancanza di studi longitudinali che seguano nel tempo i bambini fin dai primi anni della scolarizzazione per comprendere in maniera approfondita l'evoluzione e di tali attitudini e la loro influenza sulle scelte scolastiche future (Wang et al., 2020). In aggiunta, ancora non vi sono sufficienti evidenze per comprendere la relazione tra prestazione matematica e tali attitudini. Si ipotizza infatti che queste interagiscano tra loro a livello bidirezionale, in una relazione che si rafforza nel tempo (Ashcraft et al., 2007).

Infine, è fondamentale considerare il ruolo delle strategie di coping, che possono fungere da variabile trasversale alle attitudini matematiche. In particolare, queste possono influenzare direttamente come gli studenti reagiscono alle sfide matematiche: strategie di coping efficaci, come il problem solving, permettono lo sviluppo di attitudini positive verso la disciplina, mitigando gli effetti negativi dell'ansia per la matematica (Ramirez et al., 2018). Contrariamente, strategie di coping negative conducono a maggiori livelli di ansia per la matematica e minore autostima (Skaalvik, 2018).

Il presente studio, in particolare, si focalizza su alcuni fattori emotivi, sia positivi che negativi, che, secondo la letteratura di riferimento, giocano un ruolo fondamentale nell'apprendimento. Tra questi troviamo l'ansia per la matematica, la percezione di competenza in tale disciplina e le strategie negative di coping, che verranno descritte nei paragrafi che seguono.

## **2.2 Ansia per la matematica**

### **2.2.1 Definizione e caratteristiche**

L'ansia per la matematica è stata definita come una sensazione di tensione e ansia durante la manipolazione dei numeri e la risoluzione di problemi matematici, soprattutto in ambito accademico e durante le situazioni di vita quotidiana (Richardson e Suinn,



1972). Diversi studi in letteratura hanno tentato di indagare questo costrutto, riportando come le persone con atteggiamenti estremamente negativi verso la matematica possano arrivare a sviluppare una marcata ansia specifica nei confronti di tale disciplina (Hembree, 1990; Ashcraft, 2002; Maloney e Beilock, 2012).

Il fenomeno dell'ansia per la matematica è stato inoltre considerato nell'indagine internazionale PISA (OECD, 2013), evidenziando come circa il 30% degli studenti dei paesi partecipanti si senta spesso impotente o nervoso quando si trova di fronte a compiti di natura matematica, supportando quindi come sia abbastanza diffusa tale forma di ansia specifica.

Lo sviluppo dell'ansia per la matematica è oggetto di un forte dibattito in letteratura. Alcuni studiosi ritengono che questo sentimento di tensione e ansia si sviluppi intorno alla scuola secondaria di primo grado; tuttavia, altri ricercatori hanno riscontrato come già al primo anno di scuola primaria i bambini mostrino livelli variabili di ansia per la matematica (Ashcraft et al., 2007). Complessivamente, tale forma di ansia tenderebbe ad aumentare e a divenire sempre più specifica nel corso dello sviluppo e dell'adolescenza (Dowker, 2016).

Nell'analizzare l'ansia per la matematica, tuttavia, è importante sottolineare la sua natura multidimensionale. Differenti studi hanno riportato infatti come l'ansia sia composta da diverse componenti, tra cui una cognitiva ed una affettiva (Wigfield e Meece, 1988; Ho et al., 2000). La prima è maggiormente legata alla "preoccupazione" per la prestazione e per le conseguenze di un possibile fallimento; la seconda, invece, definita come "emotività", riguarda la tensione nelle situazioni di esame e le relative reazioni fisiologiche. Gli effetti dell'ansia per la matematica sono riscontrabili a diversi livelli: a livello emotivo, attraverso sentimenti negativi affettivi; a livello cognitivo, come preoccupazioni e pensieri intrusivi, sovraccaricando la memoria di lavoro; a livello fisiologico, alterando i livelli di stress e provocando sintomi come ad esempio tremori alle mani, mal di stomaco e nausea; e a livello comportamentale, causando l'evitamento di situazioni o carriere professionali che richiedono abilità matematiche (Hill et al., 2016). Tali effetti sono riscontrabili quindi sia nel breve che nel lungo termine.

A sua volta, l'ansia per la matematica presenta una forte sovrapposizione con altre forme di ansia, come l'ansia da test e/o l'ansia generale. La prima è una forma di ansia di tratto in cui l'individuo di fronte a situazioni di valutazione/test, come quella scolastica,

reagisce manifestando elevati livelli di ansia (Hodapp, Glanzmann, & Laux, 1995). Sebbene l'ansia per la matematica possa essere considerata una forma di ansia da test, si tratta di due differenti costrutti, ma fortemente correlati tra loro (Hopko, McNeil, Zvolensky, & Eifert, 2001). L'ansia generale, invece, differisce concettualmente dall'ansia per la matematica in quanto non fa riferimento ad una particolare situazione o attività, bensì ad una disposizione personale a preoccuparsi circa eventi, comportamenti o capacità personali in generale (Hill et al., 2016). Tuttavia, questi due costrutti non sono completamente indipendenti, poiché l'ansia generale correla moderatamente con l'ansia per la matematica (Hembree, 1990).

L'ansia per la matematica può essere valutata in maniera specifica con strumenti appositi. Uno degli strumenti principalmente utilizzati per valutare l'ansia per la matematica è il questionario self-report *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS), sviluppato da Hopko nel 2003 e adattato in Italia da Caviola (2017). Questa scala, composta da 9 item valutati su scala Likert con punteggi da 1 a 5, considera due principali fattori: l'ansia dell'apprendimento matematico e l'ansia nei test di matematica. Pertanto, questo strumento permette di cogliere entrambi le forme e le sfumature di ansia che costituiscono l'ansia per la matematica.

### **2.2.2 Differenze di genere**

Negli ultimi anni sono stati condotti numerosi studi sulle differenze di genere da diverse prospettive. A partire da dati statistici, è possibile notare un'importante discrepanza di genere: il 24,4% delle ragazze riporta livelli elevati di ansia per la matematica contro il 15% dei ragazzi (Cornoldi, 2019). In Italia, però, questo divario è ancora più rilevante con il 48,5% per le ragazze contro il 37,8% dei ragazzi. Diversi studi hanno rilevato come le donne riportino livelli più elevati di ansia per la matematica rispetto agli uomini (Hart, 2019) e come questi aumentino con l'età (Hill, 2016). Sebbene i dati ad oggi presenti, però, sono molto discrepanti; alcuni studi hanno riportato delle piccole differenze di genere a favore delle ragazze o dei ragazzi (Gibbs, 2010; Dowker et al., 2012; Robinson & Lubienski, 2011), altri, invece, non ne hanno rilevate alcune (Hyde, 2005; Hyde & Linn, 2006; Hyde, Lindberg, Linn, Ellis, & Williams, 2008).

Un'importante domanda di ricerca, inoltre, riguarda l'insorgenza e l'evoluzione di queste differenze. In uno studio di Bakker del 2018, ad esempio, è stato indagato se tali

differenze di genere potessero emergere dalle competenze numeriche in età prescolare. A partire da un campione di bambini tra i 4 e i 5 anni è stato possibile vedere come non esistessero delle vere e proprie differenze, bensì una certa parità di genere.

Ulteriori studi hanno dimostrato come le differenze di genere potessero emergere dalle scuole superiori, persistendo in età adulta (Else-Quest et al., 2010b). Ciononostante, è importante sottolineare che l'abilità matematica include una vasta gamma di competenze specifiche. Di conseguenza, le differenze di genere possono variare a seconda del test utilizzato per valutare tali competenze (Hyde et al., 1990; Lindberg et al., 2010).

Allo stesso tempo, differenti studi in letteratura hanno tentato di spiegare questa discrepanza sostenendo delle vere e proprie differenze di genere nei risultati matematici (Cimpian, Lubienski, Timmer, Makowski, & Miller, 2016), o spiegando tali risultati alla luce dell'influenza di fattori biologici e/o socioculturali (Geary, 1996; Robinson & Lubienski, 2011; Spelke, 2005). Le prime teorie sono di natura biologica, ossia riconoscono delle differenze nei livelli ormonali che avrebbero degli effetti sullo sviluppo cerebrale e sulle prestazioni cognitive. Le evidenze a favore di queste teorie, tuttavia, sono ancora in discussione, in quanto le ricerche sui modelli di attività neurale hanno mostrato l'assenza di differenze significative (Kersey et al., 2019).

Una seconda linea teorica è quella socioculturale che riconosce, alla base delle differenze di genere, un'importante influenza contestuale. In particolare, gli stereotipi di genere, spesso a favore dei ragazzi rispetto alle ragazze in ambito matematico, possono influenzare negativamente le attitudini verso tale disciplina sin dai primi anni di vita (Beilock et al., 2007). È così che si costruirebbe un vero e proprio circolo vizioso, dove le ragazze tenderebbero a sviluppare una minore fiducia nelle proprie capacità, aumentando i livelli di ansia per la matematica e conducendole verso un evitamento delle attività in tale disciplina. Lo studio di De Vos (2023) aveva come obiettivo quello di individuare in quale misura le componenti di memoria di lavoro, ansia per la matematica e stereotipi di genere mediassero le differenze di genere nella riflessione cognitiva e nella fluidità in aritmetica. I risultati hanno dimostrato punteggi inferiori nel genere femminile nei test proposti, evidenziando come la prestazione fosse parzialmente mediata dall'ansia per la matematica e dagli stereotipi espliciti di genere. Ancora, l'ansia per la matematica mediava completamente la relazione tra genere e riflessioni cognitive.

In conclusione, questi risultati evidenziano quanto sia complesso il rapporto tra fattori emotivi e prestazione in matematica, soprattutto in relazione al genere. In particolare, è essenziale esaminare la relazione che sussiste tra ansia per la matematica e prestazione per comprendere appieno le sfide emotive che influenzano l'apprendimento matematico.

### **2.2.3 Relazione tra ansia per la matematica e prestazione accademica**

Molti studiosi hanno indagato il ruolo dei fattori emotivi sulla performance matematica, ed in particolare, il ruolo dell'ansia per la matematica in relazione al successo accademico. Diverse metanalisi hanno riportato essere presente una relazione moderata e negativa tra la prestazione matematica e i vissuti emotivi di ansia (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022). Tale relazione suggerisce come all'aumentare dei livelli di ansia diminuiscano le prestazioni e di conseguenza il successo in matematica.

Le teorie che hanno tentato di spiegare questa relazione sono differenti. Tra queste è possibile trovare la *deficit theory* che sostiene come una prestazione scarsa in matematica possa causare livelli maggiori di ansia in una situazione simile futura (Tobias, 1986).

Allo stesso tempo, in letteratura è stata proposta la *debilitating theory*, sottolineando come invece l'ansia per la matematica possa influenzare l'apprendimento di tale disciplina attraverso l'aumento di una tendenza ad evitare questa tipologia di situazioni. Inoltre, la sua influenza sarebbe riscontrabile a causa di un'interferenza cognitiva durante i processi di recupero (Hembree, 1990; Chinn, 2009), ossia una difficoltà nel richiamare i concetti matematici appresi dalla memoria di lavoro, compromettendo la capacità di risolvere i problemi matematici, soprattutto in situazioni di stress.

Una terza teoria che tenta di spiegare la discrepanza tra le prime due è denominata *reciprocal theory*, sostenendo la presenza di una relazione bidirezionale tra prestazione e ansia. In particolare, tale relazione può essere vista come un circolo vizioso: da una parte l'ansia causerebbe un rendimento inferiore, e dall'altra il continuo ottenere fallimenti incrementerebbe l'ansia per la materia (Jansen et al., 2013).

Di recente, è stata proposta una nuova teoria nota come *interpretation account*, che vuole essere complementare a quelle proposte in precedenza (Ramirez et al., 2018b). Quest'ultima afferma come lo sviluppo dell'ansia per la matematica dipende da come gli

studenti interpretano le esperienze in questa disciplina e le loro conseguenze, piuttosto che dai risultati effettivi. Pertanto, l'ansia per la matematica non è una sola conseguenza della tendenza ad evitare tale disciplina, della ridotta percezione di competenza o delle preoccupazioni rispetto alla prestazione, ma anche del modo in cui gli individui interpretano le esperienze relative alla disciplina (Ramirez et al., 2018b).

Diventa fondamentale, dunque, porre attenzione anche alle modalità attraverso le quali gli individui affrontano le situazioni legate alla matematica, ma anche al ruolo attivo che essi assumono nel valutare le proprie percezioni, abilità ed esperienze. In particolare, il processo di auto-valutazione ha un ruolo fondamentale nell'influenzare i vissuti emotivi personali nei confronti della matematica. Tra queste valutazioni soggettive, un'attenzione particolare sarà rivolta alla percezione di competenza, esplorata nel paragrafo successivo.

## **2.3 Percezione di competenza in matematica**

### **2.3.1 Definizione e caratteristiche**

Tra le attitudini positive troviamo diversi costrutti affettivi-motivazionali, come, ad esempio, la resilienza personale (Donolato et al., 2020), la percezione di controllo e del valore attribuito alla materia (Putwain et al., 2018), ma anche l'autostima (Bracken, 1992). Approfondendo il concetto di autostima, quest'ultimo racchiude al suo interno diverse componenti, tra cui i concetti di autoefficacia e percezione di competenza (Bandura, 1997; Eccles & Wigfield, 2002). La percezione di competenza si riferisce in particolare al giudizio che gli individui si creano delle proprie abilità in un dominio generale, in seguito all'interpretazione dei propri successi e insuccessi, del sostegno sociale e dei rinforzi che ricevono (Harter, 1982). Quest'ultima è caratterizzata da componenti affettive, rispondendo a domande come "Sono bravo/a in matematica?" (Hughes et al., 2011). In letteratura, questo costrutto è distinto da quello di autoefficacia che, seppur molto simile, si riferisce invece a percezioni di efficacia in senso cognitivo circa un compito e dominio specifico, rispondendo a domande come ad esempio "Sono capace di svolgere queste operazioni algebriche?". Tale costrutto si basa su ciò che gli individui credono di saper fare con le capacità che posseggono (Bong & Skaalvik, 2003).

La percezione di competenza è un'attitudine cruciale nel supportare al meglio non solo l'apprendimento, in virtù della stretta relazione con la prestazione in matematica (Eccles et al., 1998), ma anche nel promuovere la motivazione degli studenti nel

migliorare e potenziare le proprie capacità (Mamolo & Sugano, 2020). La sua influenza è presente già dai primi anni di scuola, manifestando una relazione significativamente positiva tra le competenze numeriche e la fiducia nelle proprie capacità (Clerkin & Gilligan, 2018). Di fatto, coloro che mostrano una maggiore percezione di competenza risulteranno come più fiduciosi circa le proprie capacità di comprendere le lezioni, di risolvere problemi matematici e completare esercizi (Ahmad & Safaria, 2013).

Allo stesso tempo, appare però importante comprendere l'influenza anche di altri fattori personali, quali in particolare le differenze di genere, e come quest'ultime influenzino tale percezione di competenza e, analogamente, la prestazione in matematica. Nel paragrafo che segue saranno illustrate alcune evidenze a supporto.

### **2.3.2 Differenze di genere**

La percezione di competenza in matematica vede alcune importanti discrepanze legate al genere riportate in letteratura. Come precedentemente citato, ad oggi sono ancora presenti forti differenze di genere nella scelta di percorsi accademici e lavorativi legati all'ambito scientifico (Master & Meltzoff, 2020). Lo sviluppo e la presenza di queste differenze, tuttavia, presenta alcune discrepanze.

Diversi studi hanno riscontrato un vero e proprio effetto del genere sulla percezione di competenza in studenti del primo anno di scuola primaria; in particolare, con livelli costanti durante l'intero primo ciclo scolastico. Ad esempio, uno studio di Wigfield e colleghi (1997) ha riscontrato differenze significative in questa fascia di sviluppo, senza tuttavia rilevare differenze significative tra le diverse classi. Allo stesso tempo, Fredericks ed Eccles (2002) hanno riscontrato come le differenze di genere riguardo la percezione di competenza sebbene emergano durante il primo anno di scuola primaria, diminuiscono nel tempo, più lentamente. Nello specifico sembrerebbe che i ragazzi tendano a sviluppare e a mantenere una percezione di competenza in matematica più elevata rispetto alle ragazze sin dai primi anni di scuola, dove una combinazione di fattori, tra cui stereotipi di genere e differenze nei feedback ricevuti da insegnanti e genitori, potrebbero spiegare tale differenza (Levine & Pantoja, 2021). In particolare, tali stereotipi possono condurre le ragazze a sottovalutare le proprie capacità matematiche, nonostante, in letteratura, non emergano differenze significative nel rendimento complessivo in tale disciplina. Inoltre,

questa disparità non solo sembra persistere nel tempo, ma può anche aumentare con l'età e di conseguenza influenzare le scelte educative future (Eccles & Wigfield, 2020).

A supporto di tali evidenze il modello EMAA (*Early Math Achievement-Attitude*) di Levine e Pantoja (2021) sostiene come il concetto di sé in matematica si sviluppi precocemente e come quest'ultimo possa influenzare le prestazioni e le attitudini future nel tempo. A partire dalla scuola primaria, infatti, i bambini iniziano a sviluppare una percezione delle proprie competenze, che poi si stabilizza e diventa sempre più specifica negli anni. Contrariamente, le ragazze tendono a riportare una percezione di competenza in matematica inferiore, soprattutto a causa degli stereotipi di genere che le portano a confrontarsi negativamente con i coetanei del sesso opposto.

A loro volta, le aspettative dei genitori e degli insegnanti, sempre basate su questi stereotipi di genere, possono rafforzare tali percezioni (Levine & Pantoja, 2021). Ad esempio, genitori con aspettative meno elevate per le figlie possono contribuire a diminuire la loro percezione di competenza. La persistenza, nel lungo termine, di queste dinamiche può condurre a una minore rappresentazione delle donne in carriere scientifiche, amplificando il divario di genere già esistente.

Pertanto, queste evidenze sembrano indicare differenze di genere a sfavore delle femmine, che emergono già nelle prime fasi di scolarizzazione, sebbene l'effetto reale di tale fenomeno sulle prestazioni sia ancora oggetto di dibattito.

### **2.3.3 Relazione tra percezione di competenza e prestazione matematica**

La percezione di competenza in matematica, ossia la fiducia nelle proprie abilità in tale disciplina, gioca un ruolo cruciale nel determinare la motivazione degli studenti e il loro relativo rendimento accademico. Nello studio condotto da Bandura nel 1994 è emerso come gli studenti che ritengono di poter risolvere gli esercizi assegnati mostrano prestazioni migliori e una maggiore motivazione. La percezione di competenza è infatti fortemente correlata con il successo accademico e influenza positivamente il benessere degli studenti, promuovendo una maggiore resilienza e persistenza nello studio della matematica (Bandura, 1994). In letteratura, sono differenti gli studi che hanno indagato la relazione reciproca esistente tra la percezione di competenza e la prestazione accademica (Guay, Marsh, & Boivin, 2003; Marsh & Martin, 2011; Valentine, DuBois, & Cooper, 2004). In particolare, coloro che mostrano una buona percezione di

competenza tendono ad avere migliori prestazioni accademiche, utilizzando strategie di apprendimento appropriate e adatte ai bisogni della disciplina (Cho et al., 2011). Ad esempio, gli studenti che mostrano un'alta percezione di competenza in matematica sono più inclini ad impegnarsi nello studio in maniera attiva, monitorando la propria comprensione e/o regolando le proprie strategie di apprendimento in base alle esigenze del compito. Contrariamente, coloro che mostrano credenze negative rispetto alla disciplina tenderanno ad evitarla, conducendo a minore pratica e maggiore ansia per la matematica (Dowker et al., 2012; Ramirez et al., 2013). Questo evitamento può instaurare un circolo vizioso, dove all'aumentare dell'ansia, la prestazione diminuisce e, a sua volta, la percezione di competenza peggiora. Uno studio di Stankov e Lee (2014) ha di fatto dimostrato come una bassa percezione di competenza in matematica conducesse allo sviluppo di alti livelli di ansia per la matematica, compromettendo la prestazione stessa.

In conclusione, la percezione di competenza in matematica svolge un ruolo attivo nell'influenzare la prestazione in tale disciplina, agendo come un possibile fattore protettivo nel supportare il successo accademico. Tuttavia, è altrettanto fondamentale considerare l'influenza di un'altra variabile in relazione all'apprendimento di questa disciplina: le strategie di coping, in particolare quelle maladattive, che possono incidere negativamente, impattando negativamente sulla percezione delle proprie abilità ma anche aumentando le preoccupazioni verso la disciplina. Quest'ultime saranno approfondite nel paragrafo successivo.

## **2.4 Strategie di coping maladattive**

### **2.4.1 Definizione, caratteristiche e differenze di genere**

Un'altra variabile strettamente correlata con la prestazione in matematica, sebbene le evidenze in letteratura siano scarse, è rappresentata dalle strategie di coping. In particolare, nell'ambito della matematica, queste strategie si rivelano cruciali per comprendere la relazione tra l'ansia in questa disciplina e le capacità di regolazione emotiva.

La capacità di autoregolare le proprie emozioni svolge un ruolo cruciale nell'affrontare efficacemente le sfide accademiche, in particolare durante attività stressanti quali le verifiche di matematica (De Corte et al., 2011). Questa capacità non si limita alla regolazione dei processi cognitivi e metacognitivi, ma si estende anche alle



emozioni, permettendo di adottare diverse strategie di coping di regolazione emotiva per gestire lo stress e di conseguenza le emozioni negative durante le attività matematiche scolastiche.

In letteratura è riconosciuto come le strategie di coping permettono agli studenti di affrontare le difficoltà in ambito accademico, portando a risvolti positivi o negativi (Krypel et al., 2010). Nello specifico, le strategie di coping possono essere divise in due differenti categorie che differiscono sulla loro natura più o meno adattiva. Tra le strategie di coping positive riscontriamo la capacità dell'individuo di rivalutare un evento spiacevole o negativo, così come l'abilità nel saper focalizzare i propri pensieri su esperienze positive, o ancora di accettare quanto accaduto in maniera costruttiva e positiva (Garnefski, 2007). Al contrario, tra le strategie di coping maladattive vi è la tendenza ad auto colpevolizzarsi per un evento spiacevole, ma anche la tendenza ad incolpare gli altri circa quanto accaduto. In aggiunta, troviamo la tendenza a pensare più e più volte all'evento negativo, ossia pensieri di ruminazione, così come la tendenza a catastrofizzare l'evento e le sue conseguenze (Garnefski, 2007). Un'evidenza a supporto del ruolo negativo di tali strategie maladattive è ad esempio lo studio di Friedel (2007) in cui è stato possibile osservare come gli studenti che riportavano un elevato utilizzo di queste strategie tendevano ad incolpare gli altri circa i propri problemi, ignorando gli errori commessi nel compito. Inoltre, tali strategie, tra cui nello specifico la catastrofizzazione e la ruminazione, sono fortemente associate a vari disturbi, come l'ansia (Gellatly & Beck, 2016); e questo legame risulta particolarmente evidente nell'adolescenza (Mui Chan et al., 2015).

Le strategie di coping, definite come modalità volte a mitigare lo stress e a regolare le emozioni negative, si rivelano dunque fondamentali per le abilità di auto-regolazione emotiva, detta anche *self-regulation*. Gli studenti possono utilizzare strategie di coping focalizzate sul compito, al fine di mantenere o recuperare la concentrazione, oppure sulle emozioni, per gestire e riequilibrare lo stato emotivo perturbato. Uno studio di Pennequin (2019) evidenzia come un efficace allenamento nell'uso delle strategie di coping adattive possa migliorare la regolazione emotiva e metacognitiva, favorendo così un apprendimento autoregolato più efficace.

A sua volta, la relazione tra questa variabile con il genere è stata scarsamente studiata in letteratura, nonostante alcuni contributi abbiano dimostrato come le femmine

mostrino una relazione significativamente negativa con le strategie di coping maladattive, come ad esempio la ruminazione (Hampel & Petermann, 2005).

#### **2.4.2 Relazione tra strategie di coping maladattive e prestazione matematica**

Le sfide legate all'apprendimento della matematica sono fortemente influenzate dalle strategie di coping utilizzate dagli studenti. In particolare, quelle adattive, attraverso un approccio positivo alla risoluzione dei problemi, aiutano a superare gli ostacoli della quotidianità scolastica. Contrariamente, le strategie di coping maladattive, come la ruminazione, possono avere degli effetti negativi sulla prestazione. Di conseguenza, possono instaurarsi dei circoli viziosi che aumentano i livelli di ansia e gli effetti negativi in ambito accademico. In particolare, nonostante gli studi in letteratura siano limitati, è presente una relazione negativa tra ansia per la matematica, prestazione e strategie di coping (Hamid et al., 2013). Infatti, le strategie di coping maladattive, come evitamento o procrastinazione, possono agire amplificando l'ansia per la matematica e compromettendo la prestazione stessa degli studenti.

Rispetto alla disciplina matematica, uno studio di Mega e colleghi (2014) ha evidenziato come le emozioni negative, tra cui l'ansia, ricoprissero un ruolo centrale e fungessero da predittore di una bassa regolazione emotiva. In particolare, l'esperienza di emozioni negative intense riduce la capacità di regolazione delle emozioni, influenzando negativamente la prestazione in matematica. Una scarsa regolazione emotiva, a sua volta, può condurre all'adozione di strategie di coping maladattive, come l'evitamento (Mega et al., 2014).

Similmente, uno studio di Skaalvik (2018) ha dimostrato come l'utilizzo di differenti strategie di coping volte ad affrontare la disciplina fossero predittive dei livelli di ansia per la matematica riportati dagli studenti. L'utilizzo di strategie focalizzate sul problema, ad esempio, è associato negativamente con l'ansia per la matematica. Infatti, queste strategie permettono di riconoscere e correggere i propri errori, favorendo un miglioramento delle prestazioni e riducendo i livelli di ansia. Ad esempio, affrontare i problemi matematici permette di migliorare la propria competenza, riducendo a sua volta l'ansia. Pertanto, le strategie di coping giocano un ruolo cruciale nell'influenzare l'ansia per la matematica e le prestazioni degli studenti in tale disciplina, dove, in particolare quelle maladattive, alimentano un circolo vizioso di ansia e bassa autostima (Skaalvik,

2018). Il risultato ha un effetto a cascata sull'esperienza scolastica complessiva, influenzando anche altre aree della vita personale (Skaalvik, 2018).

Ai fini del presente studio, diventa fondamentale considerare ed approfondire la relazione profonda che sussiste tra le variabili di interesse fino a qui presentate.

## **2.5 Relazione tra le variabili emotive**

Alla luce dei diversi ruoli che ricoprono le variabili emotive-motivazionali appena descritte, risulta fondamentale analizzare la relazione esistente tra di esse al fine di sviluppare una visione olistica delle dinamiche che possono influenzare la prestazione in matematica. In particolare, il modello EMAA di Levine e Pantoja (2021), riconosce come le diverse attitudini siano strettamente interconnesse tra di loro, rivestendo un ruolo fondamentale nell'apprendimento matematico. Infatti, attitudini come l'ansia per la matematica, il concetto di sé in ambito matematico e gli stereotipi di genere emergono precocemente e influenzano reciprocamente le prestazioni matematiche nei bambini.

Una delle prime importanti relazioni riguarda l'ansia per la matematica e la percezione di competenza in tale disciplina. Infatti, studi in letteratura hanno riconosciuto come queste due variabili siano significativamente correlate tra loro. In particolare, la relazione tra quest'ultime appare essere bidirezionale, indicando come livelli più alti di percezione di competenza corrispondano ad una minor ansia per la matematica e viceversa (Ahmed et al. 2012).

Allo stesso tempo, però, l'ansia per la matematica riporta una relazione negativa con le strategie di coping, in particolare quelle maladattive. Nello specifico, questa variabile è associata con alti livelli di ruminazione, oltre che pensieri e sentimenti negativi verso la disciplina e le proprie capacità (Fritz et al., 2019).

Contrariamente, gli studi sulla relazione tra la percezione di competenza e le strategie di coping sono scarsi in letteratura. In uno studio di Ashcraft (2002) viene riportato come coloro che riportano alti livelli di ansia per la matematica, manifestano una tendenza all'evitamento della disciplina, mostrando successivamente degli effetti negativi sulla propria percezione di competenza. A sua volta, un ampio studio condotto su una popolazione adulta ha visto come le emozioni negative, tra cui l'ansia, fossero predittive di una bassa regolazione emotiva (Mega et al., 2014). In uno studio recente di Putwain e colleghi (2021) è stato possibile vedere invece come gli adolescenti con alti livelli di

percezione di competenza in matematica tendessero ad utilizzare strategie di coping più adattive, riducendo così l'ansia per la matematica e migliorando le loro prestazioni. Contrariamente, livelli bassi di percezione di competenza in matematica sono associati a un maggiore utilizzo di strategie di coping maladattive. Questi risultati evidenziano quindi l'importanza di esplorare tali dinamiche anche nelle popolazioni più giovani, soprattutto in riferimento alla prestazione matematica.

La letteratura esistente evidenzia numerose correlazioni tra attitudini matematiche e prestazioni, in riferimento principalmente a campioni di adolescenti e giovani adulti. Tuttavia, le ricerche condotte su popolazioni più giovani sono ancora limitate, spesso esaminando queste attitudini in modo isolato. Pertanto, il presente studio vuole distinguersi per un'importante e più ampia gamma di variabili analizzate, sia emotive che cognitive, e per l'inclusione di un campione di età più giovane. In particolare, sarà considerato il ruolo dell'ansia per la matematica, la percezione di competenza e le strategie di coping, fattori emotivi che, come discusso in all'interno di questo capitolo, hanno un impatto significativo sulla prestazione in matematica. Questa modalità integrata permette di valutare sia un effetto individuale che congiunto di tali fattori. Infine, un ulteriore limite dello stato dell'arte riguarda le differenze di genere esistenti tra le diverse attitudini e la prestazione in matematica. Il presente studio si pone altresì l'obiettivo di investigare tali differenze, nel tentativo di offrire una prospettiva più completa e dettagliata del ruolo del genere sulle attitudini matematiche prese in considerazione.

Il prossimo capitolo fornirà pertanto un'analisi approfondita dello studio effettuato, descrivendo le tecniche e gli strumenti impiegati per la valutazione delle competenze matematiche e dei fattori emotivi investigati, offrendo così una visione più completa e dettagliata delle procedure utilizzate. Verranno illustrate le metodologie adottate per raccogliere i dati, nonché le modalità di analisi dei risultati, al fine di evidenziare l'importanza di questi fattori nella comprensione delle prestazioni matematiche in particolare nei bambini della scuola secondaria di primo grado.

## Capitolo 3. LA RICERCA

Il presente studio è incluso in un progetto di ricerca più ampio riguardante l'apprendimento matematico ed il ruolo degli aspetti emotivi-motivazionali ad esso associati. In questo capitolo verranno descritte le ipotesi della ricerca, e sarà presentato il campione di riferimento. Ancora, verrà illustrata la procedura utilizzata per la raccolta dati e saranno descritti nel dettaglio gli strumenti somministrati.

### 3.1 Ipotesi e obiettivi della ricerca

In letteratura sono presenti numerosi studi che hanno dimostrato come le attitudini verso la matematica possono agire come fattori protettivi o di rischio, influenzando il successo accademico e il benessere degli studenti (Abín et al., 2020; Levine & Pantoja, 2021). Variabili come la percezione di competenza in matematica e le strategie di coping influenzano in maniera positiva la prestazione in tale disciplina, mentre riportano una relazione negativa con i livelli di ansia per la matematica (Hampel & Petermann, 2005; Andersen & Smith, 2022). Al contrario, diversi sono i contributi in letteratura che hanno indagato l'associazione tra ansia e prestazione in compiti matematici, evidenziandone una relazione moderata e negativa (Namkung et al., 2019; Zhang et al., 2019). Tuttavia, le evidenze nella popolazione preadolescente sono ancora limitate, così come gli studi che ne indagano eventuali differenze legate al genere (Erturan & Jansen, 2015).

Pertanto, l'obiettivo della presente ricerca è quello di indagare la relazione tra la prestazione matematica e l'ansia specifica per la matematica, la percezione di competenza e le strategie di coping, con un focus sulle possibili differenze legate al genere, in un campione di studenti della scuola secondaria di primo grado.

Innanzitutto, verranno confrontate le prestazioni riportate per ogni variabile d'interesse tra i diversi gradi scolastici inclusi, con l'obiettivo di indagare l'assenza di eventuali differenze significative a causa dell'età. Nello specifico, data la contiguità dei due gradi scolastici inclusi (prima e seconda secondaria di primo grado), ci si attende di non riscontrare differenze rilevanti nelle diverse variabili indagate in relazione alla classe frequentata.

Nel dettaglio, la prima ipotesi dello studio mira ad indagare l'esistenza di una correlazione significativa tra le variabili di interesse, ovvero il genere, la prestazione in matematica e l'ansia per la matematica, la percezione di competenza e le strategie di coping negative. Considerando la letteratura di riferimento, sono attese delle differenze di genere significative per quanto riguarda l'ansia per la matematica, a discapito delle ragazze che sembrerebbero riportare maggiori livelli di preoccupazione verso la disciplina (Hembree, 1990; Devine et al., 2012). Allo stesso tempo, è prevista una minore percezione di competenza ed un maggiore utilizzo di strategie di coping disfunzionali da parte delle ragazze rispetto ai ragazzi (Andersen & Smith, 2022; Hampel & Petermann, 2005). In relazione alle abilità matematiche, invece, esistono evidenze contrastanti circa eventuali differenze legate al genere (Dowker et al., 2012; Hyde et al., 2008), mostrando come queste non siano sempre significative, ma come dipendano invece da svariati fattori, tra cui quelli di natura socioculturale e biologica. Nel presente studio sono attese delle correlazioni significative tra le variabili di genere e la prestazione in matematica ipotizzando una peggiore prestazione da parte delle bambine. Questa ipotesi è in linea con i dati OECD, che nel 2023 riconoscono l'Italia come il paese con il maggiore divario di genere in matematica.

Allo stesso modo, è prevista una correlazione significativa e negativa tra la prestazione in matematica e l'ansia per la matematica (Namkung et al., 2019; Zhang et al., 2019), con una conseguente riduzione della prestazione all'aumentare dei livelli di ansia specifici per la disciplina. A sua volta, si attende una relazione significativa anche tra la prestazione in matematica e la percezione di competenza in tale disciplina, in cui un basso punteggio nella prestazione corrisponde a minori livelli di percezione di competenza (Jain & Dowson, 2009; Ahmed et al., 2012; Kvedere, 2014; Del Carmen Pérez-Fuentes et al., 2020). In particolare, è atteso come bassi livelli di ansia per la matematica e una maggiore percezione di competenza possano invece supportare positivamente la prestazione (Ahmed et al., 2012; Ma, 1999; Zhang, 2019; Chang & Beilock, 2016). Infine, nonostante gli scarsi contributi in letteratura, si prevede una relazione negativa tra prestazione matematica e strategie di coping maladattive (Hamid et al., 2013, Cohen et al., 2021).

In aggiunta, sono previste delle relazioni significative reciproche tra le stesse attitudini. In maniera specifica, è attesa una correlazione significativa tra l'ansia per la

matematica e la percezione di competenza, prevedendo come livelli minori di competenza siano associati ad un aumento dei livelli di ansia per la matematica (Jain & Dowson, 2009; Ahmed et al., 2012; Kvedere, 2014; Del Carmen Pérez-Fuentes et al., 2020). Recenti studi hanno di fatto dimostrato come l'ansia per la matematica, costituisca un importante antecedente del concetto di sé e dell'autostima. Allo stesso tempo, si prevede come le strategie di coping correlino negativamente con l'ansia per la matematica (Hamid et al., 2013), mentre positivamente con la percezione di competenza. Nonostante le evidenze siano scarse in letteratura, in uno studio Ashcraft (2002) riporta come coloro che mostrano alti livelli di ansia per la matematica abbiano manifestato una tendenza all'evitamento della disciplina, mostrando successivamente degli effetti negativi sulla propria percezione di competenza.

La seconda ipotesi, invece, ha come obiettivo quello di indagare l'effetto ed il ruolo dell'ansia per la matematica e della percezione di competenza sulla prestazione in tale disciplina. Alla luce delle evidenze in letteratura, si prevede come sia l'ansia per la matematica, che la percezione di competenza possano rappresentare entrambi dei possibili predittori significativi del successo matematico, rispettivamente in maniera negativa e positiva (Jain & Dowson, 2009; Ahmed et al., 2012; Kvedere, 2014; Del Carmen Pérez-Fuentes et al., 2020).

A livello esplorativo, invece, verrà esaminato il ruolo predittivo delle strategie di coping maladattive. Nonostante la letteratura in merito sia limitata, uno studio di Mega e colleghi (2014), condotto su una popolazione adulta, ha riportato come le emozioni negative, tra cui l'ansia, fossero predittive di una bassa regolazione emotiva. L'obiettivo dello studio sarà quello di indagare il ruolo di questa variabile, esplorando un campione di età inferiore.

Infine, nel caso in cui emerga una correlazione significativa tra il genere e le variabili esaminate in questa ricerca, una terza ipotesi mira a testarne l'effetto moderatore nel contribuire a spiegare l'interazione complessa tra le variabili affettive e la prestazione matematica. Ci si attende, infatti, di rilevare livelli di ansia più elevati e una percezione di competenza inferiore nelle bambine, fattori che potrebbero quindi impattare negativamente sulla loro prestazione in matematica. In particolare, uno studio di Musso

e colleghi (2019) ha identificato il genere come un moderatore della relazione tra prestazione matematica e percezione di competenza.

Il presente elaborato intende quindi indagare l'effetto congiunto di tutte e tre le variabili in un campione di studenti della scuola secondaria di primo grado, rappresentando quindi un primo contributo allo stato dell'arte.

### **3.2 Partecipanti**

Prima di presentare la ricerca alle scuole, lo studio è stato approvato da parte del Comitato etico dell'Università degli Studi di Padova, il quale ha la funzione di valutare gli aspetti etici e scientifici delle sperimentazioni al fine di tutelare i diritti, la sicurezza e il benessere delle persone coinvolte. Complessivamente, la ricerca ha coinvolto cinque scuole secondarie di primo grado sul territorio Veneto ed Emiliano. Il totale delle classi che hanno acconsentito al progetto è di diciotto classi, suddivise tra prime e seconde medie. Ottenuta l'approvazione da parte dei Dirigenti Scolastici e degli insegnanti di matematica, gli studenti hanno ricevuto i consensi informati necessari per mettere al corrente le famiglie e ottenere l'autorizzazione alla partecipazione dei figli.

Il campione totale è di 297 studenti, di cui 140 maschi e 157 femmine, di età compresa tra gli 11 e i 12 anni di età (Tabella 3.1).



*Tabella 3.1: Scuole, classi e alunni aderenti al progetto*

<b>Comune</b>	<b>Classe</b>	<b>Alunni</b>
<b>Campodoro (PD)</b>	<b>1^H</b>	<b>19</b>
	<b>1^G</b>	<b>16</b>
	<b>2^G</b>	<b>15</b>
	<b>2^H</b>	<b>24</b>
<b>Cadoneghe (PD)</b>	<b>1^A</b>	<b>19</b>
	<b>1^B</b>	<b>19</b>
	<b>2^A</b>	<b>19</b>
	<b>2^B</b>	<b>19</b>
<b>Oriago (VE)</b>	<b>1^E</b>	<b>20</b>
	<b>1^H</b>	<b>19</b>
	<b>2^E</b>	<b>15</b>
	<b>2^F</b>	<b>15</b>
<b>Vicenza (VI)</b>	<b>1^A</b>	<b>19</b>
	<b>1^C</b>	<b>16</b>
	<b>2^A</b>	<b>18</b>
	<b>2^C</b>	<b>21</b>
<b>Bologna (BO)</b>	<b>1^H</b>	<b>21</b>
	<b>2^H</b>	<b>21</b>

In particolare, il campione presenta un'età media di 145.91 mesi ( $DS = 7.81$ ), comprendente ragazzi con certificazioni (es. BES, DSA) al fine di ottenere un campione rappresentativo di una tipica popolazione studentesca. Tuttavia, sono stati esclusi ragazzi con disabilità intellettive o altri disturbi neurologici. Nella Tabella 3.2 sono riportate le statistiche descrittive dell'età in mesi del campione, suddivisa per grado scolastico, e per genere.

*Tabella 3.2. Statistiche descrittive del campione totale*

Età in mesi	Classe 1°		Classe 2°		Totale
	M	F	M	F	
M	139.31	139.80	152.77	152.08	145.91
DS	4.40	4.27	4.25	4.85	7.81

### **3.3 Procedura**

Il presente elaborato attinge da un progetto più grande, che comprende più fasi di raccolta dati. Per questo studio, invece, saranno presi in considerazione i risultati relativi alla prima fase sperimentale. Quest'ultima è stata condotta in forma collettiva, valutando le attitudini nei confronti della matematica e le abilità di base degli alunni in tale disciplina attraverso prove standardizzate e questionari self-report.

La raccolta dati è stata svolta durante il secondo quadrimestre dell'anno scolastico nei mesi di Marzo e Aprile 2024, attraverso un incontro collettivo della durata di circa 60 minuti.

Uno dei primi passi necessari all'avvio della ricerca è stato quello di creare, in una fase precedente alle somministrazioni, dei codici alfanumerici per ogni studente al fine di garantire l'anonimato e rispettarne la privacy durante l'intero arco della ricerca (Regolamento Europeo UE 2016/679). Quest'ultimi sono stati creati unendo le iniziali della scuola di riferimento (ad esempio "DA" nel caso della scuola "Dante Alighieri"), la classe di appartenenza (ad esempio 1H) e il numero di registro dell'alunno (esempio di codice: "DA\_1H\_01").

Grazie al supporto delle Vicepresidi e degli insegnanti referenti dei plessi, è stata possibile la costruzione di un calendario dettagliato dei giorni e orari delle somministrazioni, garantendo la massima organizzazione da parte di tutti i soggetti coinvolti. La raccolta dati è avvenuta all'interno delle rispettive classi durante l'orario di lezione.

All'inizio dell'attività è stato comunicato agli alunni che non sarebbero stati valutati, ma, nonostante ciò, veniva richiesto il loro massimo impegno e concentrazione al fine di raggiungere una prestazione ottimale. Successivamente, è stato chiesto agli alunni, prima di iniziare, di liberare il banco e tenere solamente una penna nel tentativo di evitare fattori distraenti e facilitando così la concentrazione sulla prova. Alla consegna dei protocolli è stata ribadita l'impossibilità di voltare pagina previa specifica indicazione

dell'esaminatore ai fini di evitare che gli alunni venissero influenzati dai compiti successivi, che avrebbero potuto creare confusione o agitazione, condizionando dunque l'esecuzione della prova. Infine, ogni attività, prima di essere svolta, è stata spiegata in maniera esaustiva, proponendo l'uso di esempi svolti unitamente con gli studenti.

Le prove sono state presentate seguendo due diversi ordini di somministrazione, A e B, al fine di controbilanciare l'ordine di presentazione delle prove nelle classi. Nello specifico, questa scelta è stata dettata dalla volontà di evitare fortuiti effetti dovuti all'ordinamento nella somministrazione delle prove. Di seguito sono riportate le prove proposte seguendo l'ordine A:

- Fluenza di calcolo, calcolo scritto e calcolo approssimato, (AC-MT-3) (Cornoldi, Mammarella, Caviola, 2020);
- Questionario Self-Perception Profile for Children (SPPC) (Harter, 2012)
- Questionario Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) (Caviola, Primi, Chiesi, Mammarella, 2017);
- Questionario Children's Emotion Regulation Scale (CERQ-K) (Garnefski e Kraaij, 2006).

L'ordine di somministrazione B, invece, prevedeva il seguente ordine:

- Questionario Self-Perception Profile for Children (SPPC) (Harter, 2012)
- Questionario Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) (Caviola, Primi, Chiesi, Mammarella, 2017);
- Questionario Children's Emotion Regulation Scale (CERQ-K) (Garnefski e Kraaij, 2006)
- Fluenza di Calcolo, calcolo scritto e calcolo approssimato, (AC-MT-3) (Cornoldi, Mammarella, Caviola, 2020).

Al termine delle prove, sono stati stilati dei report di restituzione per le scuole sulla base dei dati analizzati. L'obiettivo è stato quello di permettere agli insegnanti coinvolti di prendere visione circa l'andamento generale delle prestazioni in ambito matematico dei propri studenti, oltre che informare loro del quadro generale circa i vissuti emotivi e gli atteggiamenti condivisi verso la matematica e le situazioni di verifica.

Di seguito verranno spiegate nel dettaglio le prove sopraelencate utilizzate per indagare le ipotesi del presente studio.

### **3.4 Prove di Matematica**

Ai fini della valutazione delle abilità matematiche degli studenti, sono state utilizzate tre differenti prove matematiche standardizzate, ossia prove di fluenza del calcolo, che indagano le abilità di calcolo scritto e di calcolo approssimato, tratte dalla batteria di valutazione AC-MT 3 (Cornoldi, Mammarella, Caviola, 2020). Tale batteria consente di indagare le abilità di base e quelle più complesse in bambini della scuola primaria e secondaria di primo grado; di fatto include prove di base essenziali per un assesment iniziale (Dettato di Numeri, Fatti Aritmetici, Calcolo Scritto e Calcolo a Mente), oltre che prove con limiti di tempo che indagano l'automatizzazione dei fatti aritmetici e l'applicazione, se presenti, di strategie di calcolo (Prove di Fluenza del Calcolo, Inferenze, Trova il Numero, Ragionamento Numerico, Giudizio di Grandezza, Calcolo Approssimato e Matrici Numeriche). Il presente studio ha utilizzato attraverso una somministrazione carta e matita solo alcune di queste prove, quali le prove Fluenza del Calcolo, Calcolo Scritto e Calcolo approssimato che verranno presentate di seguito.

#### **3.4.1 Prova di Fluenza del calcolo**

Le prove di fluenza AC-MT 3 (Cornoldi, Mammarella, Caviola, 2020) richiedono agli studenti di svolgere calcoli complessi, presentati in colonna, entro un tempo limite complessivo di tre minuti. Si tratta di una prova che valuta le competenze in maniera indiretta, ossia attraverso l'accuratezza complessiva, l'automatizzazione dei fatti aritmetici, la conoscenza e l'applicazione di strategie di calcolo. La prova prevede item di uguale difficoltà per tutte le classi della scuola secondaria di primo grado e consiste in tre diversi protocolli, contenenti 20 operazioni ciascuno (20 addizioni, 20 sottrazioni e 20 moltiplicazioni). Agli studenti veniva chiesto di svolgere il più velocemente possibile ed in maniera accurata quante più operazioni riuscivano nel tempo a disposizione. Prima dell'inizio della prova, sono stati svolti insieme agli studenti alcuni esempi ed è stato specificato loro che avrebbero dovuto svolgere le operazioni cominciando da sx,



### 3.4.2 Prova di Calcolo Scritto

La prova successiva è un test di valutazione delle abilità di calcolo e del ragionamento matematico. Agli studenti viene richiesto di applicare le procedure del calcolo scritto, le strategie di calcolo e le competenze di recupero di risultati più o meno parziali.

La prova differisce per le classi prima e seconda secondaria di primo grado a seconda del grado di difficoltà degli item e comprende complessivamente sei operazioni da svolgere senza un limite temporale. L'esaminatore ha atteso che almeno il 90% degli alunni avesse terminato la prova per proseguire con le attività successive. Nello specifico, veniva richiesto agli studenti di svolgere una prova di addizione, sottrazione, moltiplicazione e due divisioni in maniera incolonnata nello spazio predisposto (Figura 3.6). Prima dell'inizio della prova, non è stata specificata agli studenti la modalità o strategia con la quale avrebbero dovuto svolgere il calcolo, l'alunno era libero di decidere in base alle sue preferenze e abitudini.

La fase di scoring per questa prova prevede l'attribuzione di un punto per ogni risposta corretta, zero punti nel caso di errore e "NA" se la risposta risulta non data.

Figura 3.6: Esempio di item della prova Calcolo Scritto di prima media

5	3	5	+	7	5	4,	3	6	=											

3	2	0	4,	9	8	+	8	0	9	5,	6	2	=							

### 3.4.3 Prova di Calcolo Approssimato

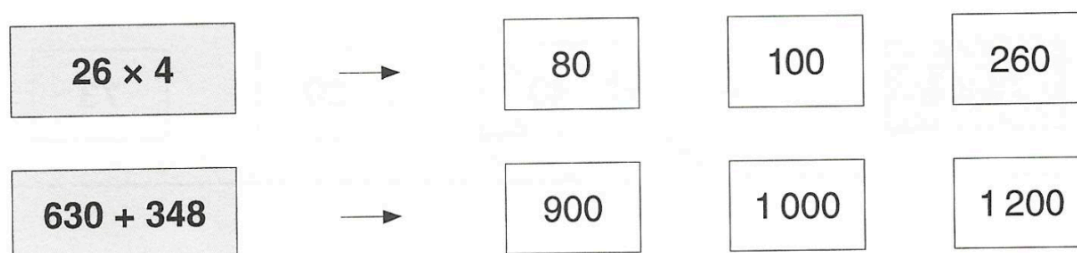
La terza ed ultima prova di matematica è una prova di calcolo approssimato. L'obiettivo è quello di indagare le capacità degli alunni di svolgere velocemente delle stime di possibili risultati di alcune operazioni proposte che differiscono tra addizioni,

sottrazioni e moltiplicazioni. Le operazioni che compongono questa prova sono differenti tra le classi prima e seconda, con una difficoltà commisurata in base alla classe frequentante. In totale, la prova comprende complessivamente 15 operazioni da svolgere in un tempo limite di un minuto e mezzo. Sulla base di tre differenti alternative, è stato chiesto agli alunni di indicare quale fosse la risposta che più si avvicinasse al risultato dell'operazione riportata in grassetto sul lato sinistro del foglio (Figura 3.7).

Sono state fornite alla classe alcune istruzioni precise prima di avviare la prova. Infatti, sono stati eseguiti degli esempi al fine di evitare errori di incomprensione dell'attività che avrebbero potuto influenzare negativamente i risultati.

Infine, lo scoring prevede l'attribuzione di un punto per ogni risposta corretta, zero punti nel caso di calcolo sbagliato e "NA" se la risposta risulta non data.

*Figura 3.7: Esempio di item della prova Calcolo Approssimato di prima media*



### 3.5 Questionari

Durante la somministrazione, sono stati proposti agli studenti alcuni questionari self-report volti ad indagare i vissuti emotivi e gli atteggiamenti verso alla matematica. Ciascun questionario, quando proposto, è stato spiegato agli alunni, illustrando la consegna e dando loro alcune indicazioni sul come non vi fossero risposte giuste o sbagliate, ma enfatizzando come la sola risposta più giusta era in ogni modo personale. Ancora, durante lo svolgimento, gli alunni non avevano un limite temporale di svolgimento, in modo da permettere loro di riflettere alla propria risposta senza preoccupazione e invitandoli a fare domande qualora avessero dubbi durante la compilazione.

Di seguito verranno descritti nel dettaglio i questionari proposti agli studenti.

### 3.5.1 Questionario sulla Percezione di Competenza

Il primo questionario, denominato Self-Perception Profile for Children (SPPC; Harter, 2012), indaga la percezione di sé in diverse aree, in studenti di età tra gli otto e i quindici anni.

Nella sua versione originale, si suddivide in sei differenti domini: competenza scolastica, sociale, atletica, fisica, condotta comportamentale e una scala globale di valore personale. Per il presente studio, è stata considerata esclusivamente la sottoscala circa la competenza scolastica, che è stata successivamente adattata in riferimento al dominio matematico, e sono stati integrati ai 6 item originali, 4 ulteriori item di approfondimento. Complessivamente la sottoscala della percezione di competenza matematica è composta da un totale di dieci item. Per ogni item vengono fornite due frasi opposte tra di loro, agli alunni veniva richiesto di immedesimarsi nelle situazioni descritte, decidendo quale delle due frasi li rappresentasse maggiormente. Sulla base di questa decisione, gli studenti dovevano poi indicare con una sola crocetta se quella affermazione fosse per loro “Molto vera” o “Abbastanza vera” (Figura 3.8). Al fine di assicurare che tutti i ragazzi avessero compreso come svolgere il questionario, prima del suo inizio, è stato proposto un esempio da svolgere insieme con la classe. Questo formato di domanda è efficace perché presenta due tipologie opposte di alunni e legittima entrambe le scelte, aiutando i bambini a fornire risposte più accurate possibili e a limitare risposte socialmente desiderabili.

Infine, lo scoring della prova prevede la valutazione di una sola risposta data dallo studente attraverso una scala Likert a 4 punti. Nello specifico, gli item positivi seguono uno scoring che va da 1 a 4, viceversa per quelli negativi, che va da 4 a 1. In particolare, per gli item positivi, le risposte a sinistra indicano una maggiore percezione di competenza, che diminuisce progressivamente; viceversa, per gli item con valenza negativa. L'utilizzo di questa modalità ha permesso quindi di controllare che le risposte degli alunni non fossero dettate dal caso, ma che vi fosse una reale riflessione precedente alla scelta.

Il punteggio totale è stato calcolato sommando le risposte degli studenti, variando da un massimo di 40, ad un minimo pari a 10 punti. Un punteggio elevato indica una maggiore percezione di competenza in matematica da parte degli alunni.



*Figura 3.8: Esempio di item del questionario SPPC*

Molto vero	Abbastanza vero				Abbastanza vero	Molto vero
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alcuni ragazzi si sentono molto bravi in matematica	MA	Altri ragazzi si sentono meno bravi in matematica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alcuni ragazzi hanno bisogno di più spiegazioni per capire matematica	MA	Altri ragazzi capiscono al volo la matematica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 3.5.2 Questionario sull'Ansia per la Matematica

Il secondo questionario utilizzato è l'Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS; Caviola, Primi, Chiesi, Mammarella, 2017), il quale ha l'obiettivo di indagare, attraverso 9 item della sua forma breve, i vissuti emotivi relativi alla matematica, attraverso la presentazione di diverse situazioni legate alla disciplina nel contesto scolastico, in studenti di età compresa tra gli otto e gli undici anni. Nello specifico vengono indagate due dimensioni: l'ansia per l'apprendimento della matematica (Math Learning Anxiety) e l'ansia da valutazione (Math Testing Anxiety). La prima, fa riferimento ad esempio alla paura rispetto a nuovi argomenti matematici, si riferisce al disagio che uno studente può percepire nel confrontarsi con concetti matematici nuovi e non familiari (Hopko et al., 2003). L'ansia da test, invece, può essere attivata ad esempio da un'interrogazione a sorpresa in matematica, mostrandosi attraverso un forte sentimento di tensione. Si tratta di un'ansia che presenta degli effetti sul comportamento e sulle emozioni, anche nei giorni precedenti alla prova, compromettendo la performance dello studente durante l'esame (Hamilton et al., 2021). L'unione di queste due variabili all'interno del questionario permette di avere una panoramica quanto più completa dell'ansia per la matematica che uno studente può sperimentare quotidianamente nel contesto scolastico.

Durante la somministrazione del questionario è stato richiesto agli alunni di immedesimarsi nelle situazioni descritte e valutarne la personale paura o preoccupazione indicando con una crocetta la risposta più giusta per loro. La valutazione avviene su scala Likert a 5 punti attribuendo 1 punto alla risposta "Molto poca", 2 punti a "Poca", 3 punti a "Moderata", 4 punti a "Abbastanza" e 5 punti a "Molta" (Figura 3.9).

Un punteggio totale è stato calcolato sommando le risposte degli studenti ai differenti item per un massimo di 45 punti, dove un elevato punteggio corrisponde ad alti livelli di ansia per la matematica.

**Figura 3.9: Esempio di item del questionario AMAS**

Situazione	Grado di paura				
1. Usare gli schemi e le tabelline riportate in fondo al libro di matematica	Molto poca	Poca	Moderata	Abbastanza	Molta
2. Pensare alla verifica scritta di matematica che dovrai fare domani	Molto poca	Poca	Moderata	Abbastanza	Molta

### 3.5.3 Questionario sulle Strategie di Coping

Infine, il terzo questionario è denominato Children's Emotion Regulation Scale (CERQ-K; Garnefski e Kraaij, 2006) il quale è stato utilizzato con l'obiettivo di indagare le capacità di regolazione delle emozioni, sia positive che negative, negli studenti della fascia d'età interessata. Il questionario è composto da 36 item in tutto che indagano differenti sottoscale della regolazione emotiva, sia di tipo positivo che negativo, come: auto-colpa, accettazione, rivalutazione positiva, rifocalizzazione positiva, ruminazione, catastrofizzazione, "mettere in prospettiva", incolpare gli altri e pianificazione.

In questo studio, verranno incluse e descritte solamente le strategie di coping maladattive, i cui item sono stati tradotti e adattati al contesto italiano. La sottoscala dell'*autocolpa* si riferisce a pensieri circa un evento spiacevole accaduto per cui l'individuo attribuisce la colpa a se stesso. Un ulteriore esempio di strategie di coping maladattive è la sottoscala della *ruminazione* che si riferisce alla tendenza degli individui a pensare ripetutamente ai propri sentimenti, oltre che condurre riflessioni associate con l'evento negativo. Ancora, vi è la sottoscala della *catastrofizzazione*, che denota la tendenza a pensare enfatizzando esplicitamente il terrore di un'esperienza. La batteria termina con la sottoscala *incolpare gli altri* che si riferisce alla tendenza ad incolpare gli altri per quanto accaduto.

Agli studenti, è stato riferito come nella vita di tutti i giorni possano accadere sia eventi piacevoli sia spiacevoli, invitandoli a soffermarsi su quest'ultimi. Successivamente, è stato chiesto loro di rispondere alle domande valutando la frequenza con cui gli capitasse di sperimentare determinati pensieri durante situazioni spiacevoli quotidiane (Figura 3.10). Gli studenti hanno risposto attraverso una scala Likert a 5 punti a cui 1 punto corrisponde la risposta "Mai", a 2 punti la risposta "Quasi mai", a 3 punti la risposta "A volte", a 4 punti "Quasi sempre" e, infine, a 5 punti la risposta "Sempre".

Un punteggio totale è stato calcolato sommando le risposte degli studenti alle diverse sottoscale negative; in particolare un punteggio elevato indica un'elevata frequenza dell'utilizzo di strategie di coping maladattive come strategia di regolazione emotiva.

*Figura 3.10: Esempio di item del questionario CERQ-K*

Situazione	Mai	Quasi mai	A volte	Quasi sempre	Sempre
1. Penso di essere io quello/a da incolpare	Mai	Quasi mai	A volte	Quasi sempre	Sempre
2. Penso e ripenso a come mi sento al riguardo	Mai	Quasi mai	A volte	Quasi sempre	Sempre
3. Penso spesso che sia molto peggio rispetto a quanto succede agli altri	Mai	Quasi mai	A volte	Quasi sempre	Sempre
4. Penso che sia colpa di altri	Mai	Quasi mai	A volte	Quasi sempre	Sempre

Nel capitolo successivo saranno riportate le analisi dei risultati riportati dagli studenti, i quali saranno in seguito descritti e interpretati alla luce delle evidenze presenti in letteratura.



## Capitolo 4. I RISULTATI

Il presente elaborato ha come primo obiettivo quello di indagare la presenza di eventuali differenze di genere tra le variabili oggetto di studio, quali la prestazione in matematica, l'ansia per la matematica, la percezione di competenza in tale disciplina e le strategie di coping maladattive, e allo stesso tempo la relazione che sussiste tra di esse. Il secondo obiettivo è quello di indagare l'effetto ed il ruolo che svolgono tali fattori sulla prestazione in matematica. Infine, il terzo ed ultimo obiettivo è volto a testare l'effetto moderatore del genere nello spiegare l'interazione tra le variabili emotive e la prestazione in matematica.

È stata condotta un'iniziale analisi di tipo descrittivo, calcolando la media (M) e la deviazione standard (DS) delle prove matematiche incluse e dei punteggi relativi ai questionari somministrati. Prima di procedere con le analisi volte a rispondere ai quesiti di ricerca, è stata condotta un'analisi della varianza (ANOVA) al fine di verificare eventuali differenze dovute al grado scolastico. Ad eccezione della prova di calcolo approssimato in cui si è riscontrato un effetto legato alla classe, questo controllo ha permesso di considerare l'intero campione come un gruppo unico. Successivamente, è stata confermata l'affidabilità degli strumenti utilizzati attraverso l'indice omega di McDonald  $\omega$ .

Per rispondere agli obiettivi della ricerca sono state condotte analisi della varianza, correlazioni e regressioni multivariate. Le analisi sono state condotte attraverso l'uso del programma statistico JASP (JASP Team, 2024) e l'ambiente di lavoro RStudio (RStudio Team, 2024).

### 4.1 Analisi preliminari

#### 4.1.1 Analisi descrittive

Sono state condotte delle analisi descrittive per comprendere la natura della distribuzione dei punteggi sia rispetto alla classe di appartenenza sia in riferimento al genere. I dati utilizzati a partire dalle prove di matematica sono i punteggi grezzi ottenuti dagli studenti; allo stesso tempo, per i questionari sono state sommate le risposte al fine di ottenere un punteggio totale unico per ciascun partecipante.

Nella Tabella 4.1 sono riportate le statistiche descrittive, ossia la media (M), la deviazione

standard (DS), i punteggi minimi e massimi ottenuti dagli studenti nelle prove di matematica utilizzate tratte dalla batteria AC-MT 3 e gli indici di asimmetria e curtosi (Fluenze di calcolo, Calcolo scritto e Calcolo approssimato; Cornoldi, Mammarella, Caviola, 2020).

*Tabella 4.1. Statistiche descrittive delle singole prove di matematica e del punteggio composto*

	Fluenze		Calcolo scritto		Calcolo approssimato	
	Classe 1°	Classe 2°	Classe 1°	Classe 2°	Classe 1°	Classe 2°
Media (DS)	21.64 (7.03)	23.23 (7.31)	3.78 (1.69)	3.61 (1.54)	6.67 (2.96)	5.00 (2.34)
Minimo	6.00	5.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Massimo	43.00	42.00	6.00	6.00	14.00	14.00
Asimmetria	0.04	-0.01	-3.54	-0.26	0.35	0.60
Curtosi	-0.18	-0.33	-0.75	-0.61	-0.44	1.13

Contestualmente, all'interno del presente studio, sono state indagate differenti variabili emotive attraverso questionari self-report, tra queste: ansia per la matematica, percezione di competenza in tale disciplina e strategie di coping maladattive. Le statistiche descrittive dei questionari somministrati sono illustrate nella Tabella 4.2; in particolare sono riportate la media (M), la deviazione standard (DS), i punteggi minimi e massimi ottenuti dagli studenti, oltre che gli indici di asimmetria e curtosi.

**Tabella 4.3.** *Statistiche descrittive dei questionari somministrati*

	Ansia per la matematica		Percezione di competenza		Strategie di coping maladattive	
	Classe 1°	Classe 2°	Classe 1°	Classe 2°	Classe 1°	Classe 2°
Media (DS)	23.48 (7.92)	22.30 (6.70)	25.89 (6.51)	25.56 (7.11)	44.11 (7.69)	42.95 (8.19)
Minimo	9.00	9.00	10.00	10.00	23.00	19.00
Massimo	45.00	38.00	40.00	38.89	72.00	65.00
Asimmetria	0.36	0.03	-0.30	-0.13	0.05	-0.01
Curtosi	0.11	-0.94	-0.22	-0.99	0.73	-0.04

In conclusione, al fine di considerare l'intero campione come unico, seppur appartenente a due gradi scolastici differenti, è stata condotta un'analisi della varianza (ANOVA). In particolare, questa ha permesso di confermare l'assenza di differenze statisticamente significative all'interno della popolazione in relazione al grado scolastico. I punteggi ottenuti sono riportati nella Tabella 4.3, dove è possibile vedere come la misura  $p$  è maggiore del valore soglia 0.05 ( $p = 0.82$ ). A partire da queste analisi, l'unica variabile che mostra una differenza statisticamente significativa all'interno del campione è la prova di calcolo approssimato. Pertanto, il campione può essere considerato come unico, senza la necessità di controllare per il grado scolastico, ad eccezione per le analisi che includeranno come variabile la prestazione nel calcolo approssimato. Infatti, sarà necessario controllare tale variabile e valutare gli effetti dettati dall'appartenenza ad un grado scolastico differente.

**Tabella 4.3.** *Analisi della varianza (ANOVA) del campione*

	Classe 1° M(DS)	Classe 2° M(DS)	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Media dei quadrati	F	p
Fluenze	21.64 (7.03)	23.23 (7.31)	188.00	1.00	188.00	3.66	0.06
Calcolo scritto	3.78 (1.69)	3.61 (1.54)	2.09	1.00	2.09	0.80	0.37
Calcolo approssimato	6.67 (2.96)	5.00 (2.34)	207.88	1.00	207.88	29.01	<b>&lt;.001</b>
Ansia per la matematica	23.48 (6.51)	22.30 (6.70)	103.93	1.00	103.93	1.93	0.17
Percezione di competenza	25.89 (6.51)	25.56 (7.11)	8.01	1.00	8.01	0.17	0.68
Strategie di coping maladattive	44.1 (7.69)	42.95 (8.19)	99.70	1.00	99.70	1.58	0.21

#### **4.1.2 Validità interna dei questionari**

Nel presente studio, sono stati utilizzati due questionari differenti per valutare la percezione di competenza e le strategie di regolazione emotiva maladattiva, i quali sono stati tradotti dalla lingua inglese a quella italiana e adattati per la somministrazione a studenti della scuola secondaria di primo grado. Pertanto, sono state condotte delle analisi apposite al fine di valutare l'omega di McDonald  $\omega$  dei questionari utilizzati. In particolare, è fondamentale valutare l'affidabilità interna di ciascun strumento utilizzato al fine di garantire che le misurazioni siano valide ed affidabili (Kline, 2015). In psicologia, l'affidabilità interna permette di garantire che le conclusioni tratte dai dati siano valide. Quest'ultima costituisce un indice robusto di affidabilità interna di uno strumento (Revelle & Zinbarg, 2008), dove valori superiori a 0.9 indicano un'eccellente consistenza interna; valori tra 0.9 e 0.8 riflettono una buona affidabilità; un range tra 0.8 e 0.7 risulta accettabile; mentre, un valore inferiore alla soglia di 0.6 non è sufficiente (Taylor, 2021).



### ***Ansia per la matematica***

Il primo questionario utilizzato è l'AMAS che valuta l'ansia per la matematica attraverso 9 item su una scala Likert da 1 a 5. Il questionario è stato adattato in Italia da Caviola e colleghi (2017) e, per il presente studio, ne è stata valutata e confermata l'affidabilità interna. In particolare, l'omega  $\omega$  di questo questionario è risultata ottima, con un punteggio totale pari a 0.88.

### ***Percezione di competenza***

Ai fini della ricerca, il questionario sulla percezione di competenza (Harter, 2012) è stato tradotto in italiano, adattato in riferimento al dominio matematico, e arricchito con 4 ulteriori item di approfondimento. L'affidabilità interna è risultata essere ottima ( $\omega = 0.88$ ), pertanto potranno essere condotte le seguenti analisi sui dati raccolti.

### ***Strategie di regolazione emotiva***

Il questionario per la valutazione delle strategie di regolazione emotiva, Children's Emotion Regulation Scale (CERQ-K; Garnefski e Kraaij, 2006), incluso nel presente studio, è stato tradotto in italiano dall'inglese. La valutazione della sua affidabilità interna è stata calcolata per il punteggio composito che racchiude le strategie di coping maladattive ( $\omega = 0.76$ ). Tale indice risulta essere accettabile, pertanto è possibile procedere con le analisi sui dati raccolti anche per questa variabile.

## **4.2 Analisi della varianza (ANOVA) in relazione al genere**

Il primo obiettivo del presente studio è volto a indagare l'esistenza di eventuali differenze di genere in relazione alla prestazione in matematica e l'ansia per la matematica, la percezione di competenza e le strategie di coping maladattive. In particolare, è stata condotta un'analisi della varianza (ANOVA) con l'obiettivo di constatare se tra maschi e femmine vi fossero differenze in matematica e in relazione alle loro attitudini verso la disciplina.

**Tabella 4.4.** Analisi della varianza (ANOVA) per differenze di genere

	Maschi M (DS)	Femmine M (DS)	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Media dei quadrati	F	p
Fluenze	22.88 (7.62)	22.03 (6.81)	53.86	1.00	53.86	1.04	0.31
Calcolo scritto	3.64 (1.66)	3.75 (1.58)	0.99	1.00	0.99	0.38	0.54
Calcolo approssimato	6.61 (2.87)	5.16 (2.56)	156.69	1.00	156.69	21.40	<.001
Ansia per la matematica	20.53 (6.70)	25.00 (7.30)	1473.58	1.00	1473.58	29.89	<.001
Percezione di competenza	27.20 (6.83)	24.41 (6.52)	575.89	1.00	575.89	12.95	<.001
Strategie di coping maladattive	41.71 (7.75)	45.16 (7.80)	878.42	1.00	878.42	14.53	<.001

A partire dalla Tabella 4.4 è possibile vedere come siano presenti delle differenze di genere all'interno del campione in quasi tutte le variabili di interesse ( $p < .001$ ). Per quanto riguarda le prove di matematica, solamente la prova di calcolo approssimato risulta significativa. In riferimento alle statistiche di media e deviazione standard, è possibile vedere come le variabili di calcolo approssimato, percezione di competenza e strategie di coping maladattive siano i punteggi siano maggiori nella popolazione maschile (evidenziate in celeste). Al contrario, solo i punteggi per la variabile di ansia per la matematica, (evidenziata in rosa) risultano essere maggiori per le femmine, con una media di 25.00 rispetto al punteggio totale medio maschile di 20.53.

Alla luce delle differenze emerse per quanto riguarda il genere, sono state eseguite delle correlazioni separate per maschi e femmine per tutte le variabili di interesse.

### 4.3 Correlazioni

L'analisi delle correlazioni ha lo scopo di verificare la presenza o meno di una relazione tra le variabili di interesse e di valutarne l'intensità. Infatti, se due variabili

risultano essere correlate, al variare di una sarà possibile vedere dei cambiamenti anche nell'altra. L'intensità della relazione fa riferimento al coefficiente di correlazione di Pearson, il quale può assumere valori compresi tra -1 e 1. Ad oggi, la convenzione accettata in letteratura prevede che valori tra  $|.10|$  e  $|.30|$  rappresentano una relazione debole, tra  $|.30|$  e  $|.50|$  una relazione media e i valori superiori a  $|.50|$  corrispondono a una relazione forte. In aggiunta, nel presente studio è riportata la significatività statistica, o p-value, per ogni punteggio (Pastore, 2015). Tuttavia, è necessario sottolineare come questa statistica non riferisce alcuna informazione sulla relazione causale che può intercorrere tra le variabili (Gogtay & Thatte, 2017).

Le differenti correlazioni tra ognuna delle variabili di interesse sono riportate nella Tabella 4.5, distinguendo i valori col colore azzurro per il genere maschile e rosa per il genere femminile.

*Tabella 4.5 Correlazioni tra le variabili di interesse*

Variabili	Fluenze	Calcolo scritto	Calcolo approssimato	Ansia per la matematica	Percezione di competenza	Strategie di coping maladattive
Fluenze	-	<b>.513***</b>	<b>.374***</b>	-.246	<b>.374***</b>	-.111
Calcolo scritto	<b>.469***</b>	-	<b>.296***</b>	-.235	<b>.382***</b>	-.056
Calcolo approssimato	<b>.359***</b>	0.238	-	-.148	.256	0.011
Ansia per la matematica	<b>-.274***</b>	-.257	-.115	-	<b>-.591***</b>	.221
Percezione di competenza	<b>.459***</b>	<b>0.429***</b>	.261	<b>-.555***</b>	-	-.129
Strategie di coping maladattive	0.004	0.034	-.074	<b>.382***</b>	-.112	-

*Nota: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$*

A partire dalla Tabella 4.5, è possibile notare differenti correlazioni statisticamente significative, evidenziate in grassetto. In particolare, nei maschi è risultato come le abilità di fluenza nel calcolo correlano moderatamente e positivamente con le abilità di calcolo

scritto ( $r = .469, p < .001$ ) e di calcolo approssimato ( $r = .359, p < .001$ ). Contrariamente, le abilità di fluency correlano negativamente e in maniera debole con l'ansia per la matematica ( $r = -.274, p < .001$ ), mentre positivamente con la percezione di competenza ( $r = .459, p < .001$ ), dimostrando una relazione moderata. A sua volta, le abilità di calcolo scritto mostrano una correlazione moderata e positiva, sempre nella popolazione maschile, con la percezione di competenza ( $r = .429, p < .001$ ). In aggiunta, l'ansia per la matematica risulta correlare fortemente in direzione negativa con la percezione di competenza ( $r = -.555, p < .001$ ) e positivamente, seppur evidenziando una relazione moderata, con le strategie di coping maladattive ( $r = .382, p < .001$ ).

Allo stesso tempo, nella popolazione femminile, le abilità di fluency in matematica mostrano una correlazione positiva forte con le abilità di calcolo scritto ( $r = .513, p < .001$ ), mentre risulta un'associazione moderata con le abilità di calcolo approssimato ( $r = .374, p < .001$ ) e con la percezione di competenza ( $r = .374, p < .001$ ). Un'altra variabile che è risultata correlare positivamente nelle femmine, sono le abilità di calcolo scritto; in particolare, si evidenzia una relazione positiva, seppur debole, con le abilità di calcolo approssimato ( $r = .296, p < .001$ ), e moderata con la percezione di competenza ( $r = .382, p < .001$ ). A sua volta, l'ansia per la matematica correla fortemente in direzione negativa esclusivamente con la percezione di competenza in tale disciplina ( $r = -.591; p < .001$ ).

Al fine di rispondere alle ultime due ipotesi di ricerca, sono state condotte delle regressioni multivariate tra le variabili di interesse, che saranno descritte nel paragrafo che segue.

#### **4.4 Regressioni multivariate**

Nel presente studio, è stata utilizzata la regressione multivariata con l'obiettivo di indagare il legame esistente tra più variabili indipendenti, o predittori, e il loro effetto su più variabili, definite dipendenti. L'obiettivo è comprendere quali predittori siano maggiormente significativi nel determinare le variabili dipendenti (Barbaranelli et al., 2005). In particolare, è stata utilizzata una regressione multivariata al fine di esaminare e comprendere le relazioni tra più variabili simultaneamente. Nell'ambito della psicologia, infatti, è una tipologia di analisi particolarmente utile perché i differenti fenomeni

psicologici sono spesso influenzati da una molteplicità di fattori interconnessi (Tabachnick et al., 2018).

Come per qualsiasi modello di regressione, vengono considerati differenti parametri, ossia: i coefficienti di regressione ( $\beta$ ) che indicano la direzione e l'intensità dell'effetto, assumendo valori positivi o negativi; il parametro S.E., o *standard error*, che si riferisce all'accuratezza con cui una statistica campionaria stima il valore corrispondente nella popolazione, fornendo una stima più accurata della semplice deviazione standard del campione; l'indice *t* a indicare la forza dell'effetto; e, infine, l'indice *p* che riporta informazioni sulla significatività statistica (Barbaranelli et al., 2011). In aggiunta, vengono valutati i parametri: coefficiente di determinazione (R-quadrato,  $R^2$ ) che indica la percentuale di varianza spiegata dal modello, ossia la misura in cui il modello è in grado di spiegare i dati, assumendo valori compresi tra 0 e 1 (Barbaranelli, 2007); l'adjusted  $R^2$ , ossia la percentuale di varianza spiegata dal modello.

Il modello di regressione indagato comprende come variabili indipendenti il genere, l'età in mesi, l'ansia per la matematica, la percezione di competenza in tale disciplina e le strategie di coping maladattive. Nello specifico, per valutare la variabile delle strategie di coping negative è stato creato un unico punteggio sommando i totali delle quattro sottoscale del questionario CERQK, ossia: *auto-colpa*, *ruminazione*, *catastrofizzazione*, *incolpare gli altri*. Le variabili dipendenti, invece, sono le singole prove matematiche somministrate: fluenze di matematica, calcolo scritto e calcolo approssimato.

Nella Tabella 4.6 sono riportate le prime tre regressioni multivariate condotte, in riferimento a ciascuna variabile dipendente. Nella prima, che vede le abilità di fluenza in matematica come dipendente, è possibile osservare un effetto significativo e predittivo dell'età (espressa in mesi) e della percezione di competenza in matematica. Il modello presenta un coefficiente di determinazione  $R^2$  pari a 0.19 (adjusted  $R^2 = 0.18$ ).

All'interno della seconda regressione, in relazione alle abilità di calcolo scritto, le variabili statisticamente significative sono il genere e la percezione di competenza. Il modello presenta un coefficiente di determinazione  $R^2$  pari a 0.17 (adjusted  $R^2 = 0.16$ ).

Infine, la terza regressione, che vede le abilità di calcolo approssimato come variabile dipendente, dimostra un effetto significativo dell'età (espressa in mesi), del genere e della percezione di competenza. Il coefficiente di determinazione  $R^2$  di tale modello è pari a

0.18 (adjusted  $R^2 = 0.16$ ).

*Tabella 4.6* Prima analisi di regressione multivariata

Predittore	<i>Fluenze</i>				<i>Calcolo scritto</i>				<i>Calcolo approssimato</i>			
	$\beta$	SE	t	<i>p</i>	$\beta$	SE	t	<i>p</i>	$\beta$	SE	t	<i>p</i>
Età in mesi	0.11	0.49	2.18	<b>&lt; .05</b>	-0.02	0.01	-1.43	0.15	-0.08	0.02	-4.11	<b>&lt; .001</b>
Genere	0.45	0.80	0.56	0.58	0.39	0.18	2.12	<b>&lt; .05</b>	-1.16	0.31	-3.70	<b>&lt; .001</b>
Ansia per la matematica	-0.02	0.07	-0.26	0.79	-0.01	0.02	-0.60	0.55	0.001	0.03	0.05	0.96
Percezione di competenza	0.44	0.07	6.33	<b>&lt; .001</b>	0.09	0.02	5.90	<b>&lt; .001</b>	0.10	0.03	3.77	<b>&lt; .001</b>
Strategie di coping maladattive	0.01	0.05	0.19	0.85	0.01	0.01	0.70	0.48	-0.01	0.02	-0.34	0.73

#### 4.5 Regressioni multivariate con variabile moderatrice

L'ultima ipotesi del presente studio è volta a indagare il ruolo moderatrice del genere circa la relazione tra la prestazione matematica e le variabili emotive di riferimento. Sono state condotte di fatto ulteriori analisi di regressione multivariata, includendo le medesime variabili di quelle precedentemente riportate nelle analisi sopra citate, inserendo però il genere come variabile moderatrice.

A partire dalla Tabella 4.7 è possibile osservare i risultati suddivisi per variabile dipendente: fluenze in matematica, calcolo scritto e calcolo approssimato.

Il primo modello per le abilità di fluenza in matematica mostra come unica variabile significativa la percezione di competenza e il coefficiente di determinazione  $R^2$  pari a 0.20 (adjusted  $R^2 = 0.17$ ). Il secondo modello, avente come variabile dipendente le abilità di calcolo scritto, mostra nuovamente la percezione di competenza come unica variabile significativa. Il suo coefficiente di determinazione  $R^2$  è pari a 0.18 (adjusted  $R^2 = 0.15$ ). Infine, l'ultimo modello analizzato, in riferimento alle abilità di calcolo approssimato, riporta come significative l'età (espressa in mesi) e la percezione di competenza. Inoltre, il suo coefficiente di determinazione  $R^2$  è pari a 0.18 (adjusted  $R^2 = 0.16$ ).

In conclusione, nel presente studio è stata condotta un'analisi della varianza multivariata (MANOVA) tra i modelli presentati, al fine di comprendere quale modello, con e senza effetto moderatore del genere, fosse in grado di spiegare maggiormente la relazione che sussiste tra le variabili. Il risultato mostra un valore F molto grande ( $\Pr(>F) = 0.89$ ), dimostrando come l'aggiunta dell'interazione non rifletta un miglioramento significativo rispetto al precedente modello. Pertanto, è necessario preferire il primo modello, considerato il più semplice, per la sua parsimonia.



*Tabella 4.7 Analisi di regressione multivariata con variabile moderatrice*

Predittore	<i>Fluenze</i>				<i>Calcolo scritto</i>				<i>Calcolo approssimato</i>			
	$\beta$	SE	t	<i>p</i>	$\beta$	SE	t	<i>p</i>	$\beta$	SE	t	<i>p</i>
Età in mesi	0.12	0.07	1.79	0.07	-0.02	0.02	-1.04	0.30	-0.08	0.03	-2.80	< .01
Genere	12.21	16.60	0.74	0.46	0.92	3.78	0.24	0.81	-0.67	6.51	-0.10	0.92
Ansia per la matematica	-0.07	0.11	-0.61	0.54	-0.02	0.02	-0.80	0.43	0.03	0.04	0.69	0.50
Percezione di competenza	0.50	0.10	5.02	<.001	0.01	0.02	4.23	<.001	0.12	0.04	2.97	<.01
Strategie di coping maladattive	0.09	0.08	1.10	0.27	0.02	0.02	1.21	0.23	-0.03	0.03	-1.06	0.29
Genere*Età in mesi	-0.03	0.10	-0.28	0.78	0.002	0.02	0.10	0.92	-0.01	0.04	-0.15	0.88
Genere*Ansia per la matematica	0.06	0.12	0.41	0.69	0.01	0.03	0.45	0.66	-0.04	0.06	-0.80	0.42
Genere*Percezione di competenza	-0.12	0.14	-0.87	0.38	-0.01	0.03	-0.19	0.85	-0.02	0.06	-0.37	0.72
Genere*Strategie di coping maladattive	-0.13	0.10	-1.28	0.20	-0.02	0.02	-0.98	0.33	0.04	0.04	1.06	0.29

Nel capitolo successivo, seguirà una discussione dei risultati emersi alla luce di quelle che sono le evidenze riportate in letteratura, oltre che un'indicazione dei limiti e dei possibili sviluppi futuri della ricerca.





## Capitolo 5. DISCUSSIONI

L'obiettivo della presente ricerca era quello di indagare in che modo il genere, l'ansia per la matematica, la percezione di competenza in tale disciplina e le strategie di coping maladattive potessero influenzare l'effettiva prestazione in matematica, in studenti della scuola secondaria di primo grado. Sono state misurate diverse variabili e la loro interazione da una prospettiva multidimensionale.

A partire dai risultati, alcuni dati sono risultati in linea con la letteratura esistente, mentre altri lo sono in misura minore. I costrutti di ansia per la matematica, percezione di competenza in tale disciplina e strategie di coping maladattive sono stati valutati attraverso degli strumenti adattati alla popolazione della scuola secondaria di primo grado e tradotti dall'inglese all'italiano. Pertanto, al fine di procedere con le analisi statistiche, è stata condotta una valutazione dell'affidabilità interna dei questionari utilizzati, che è risultata ottima per i questionari di ansia per la matematica e percezione di competenza; mentre, discreta, per il questionario sulle strategie di coping. Pertanto, tali parametri indicano che tutti i questionari siano affidabili dal punto di vista statistico nel misurare i rispettivi costrutti teorici.

Il primo obiettivo del presente studio era quello di indagare se tra le variabili di interesse vi fosse una differenza significativa legata al genere. Nello specifico, è stato possibile notare, attraverso un'analisi della varianza (ANOVA), come il genere avesse un ruolo cruciale nell'influenzare le abilità di calcolo approssimato, i livelli di ansia per la matematica, la percezione di competenza e le strategie di coping maladattive. Questo risultato ha permesso quindi di comprendere meglio e di confermare l'esistenza di differenze di genere, supportando la necessità di uno studio approfondito delle associazioni tra queste variabili suddivise in base al genere di appartenenza.

Successivamente sono state di fatto indagate le correlazioni tra le variabili di interesse. La ricerca ha confermato l'esistenza di una relazione significativa negativa tra prestazione matematica e ansia per la matematica, sia nei maschi che nelle femmine, in linea con la letteratura di riferimento (Ashcraft & Faust, 1994; Namkung et al., 2019; Zhang et al., 2019). La variabile di percezione di competenza, invece, è risultata correlare positivamente, sempre in entrambe le popolazioni, con la prestazione in matematica (Jain & Dowson, 2009; Ahmed et al., 2012; Kvedere, 2014; Del Carmen Pérez-Fuentes et al.,

2020), supportando le evidenze empiriche. Contrariamente al genere femminile, il campione maschile ha riportato una relazione positiva significativa tra ansia per la matematica e strategie di coping maladattive. Questo risultato, tuttavia, non è in linea con la letteratura di riferimento (Hampel & Petermann, 2005) che, invece, evidenzia come siano le femmine a mostrare elevati livelli di strategie negative come, ad esempio, forme di ruminazione in relazione a forme di ansia per la matematica. Questo risultato, inaspettato, potrebbe essere spiegato alla luce di una combinazione di fattori legati ad esempio alle differenze di genere nella percezione e gestione dello stress, in quanto i maschi potrebbero riportare maggiori difficoltà nella comprensione, consapevolezza delle strategie di regolazione emotiva e di conseguenza faticare nel mettere in pratica forme di strategie di coping funzionali (Graves et al., 2021; Tamres et al., 2002). Tali evidenze contrastanti necessitano quindi di maggiori approfondimenti attraverso studi successivi.

Il secondo obiettivo del presente studio prevedeva invece l'analisi della relazione che intercorre tra ansia per la matematica, percezione di competenza in tale disciplina, strategie di coping maladattive e la prestazione in matematica, controllando per il ruolo moderatore del genere e dell'età (espressa in mesi). I risultati hanno dimostrato effetti significativi differenti, seppur la variabile di percezione di competenza fosse sempre un predittore significativo della prestazione matematica. Questo risulta essere solo parzialmente conforme agli studi in letteratura, dimostrando come un'attitudine positiva, quale la percezione di competenza, possa predire la prestazione matematica. Infatti, altre due variabili giocano un ruolo cruciale in relazione alla prestazione matematica, ed in particolare alle abilità di fluenza e di calcolo approssimato, che sono l'età in mesi e il genere, il quale ha un impatto specifico esclusivamente sulle abilità di calcolo approssimato. In particolare, è emerso come i maschi tendano a riportare maggiori abilità in tale prova a discapito delle femmine, questo in quanto il calcolo approssimato valuta, attraverso una prova a tempo, abilità meno procedurali. In aggiunta, tale differenza risulta essere in linea con le evidenze riportate in letteratura (OECD, 2023; Dowker et al., 2012). Tuttavia, l'ansia per la matematica non è risultato essere un predittore significativo della prestazione in tale disciplina; si suppone che nonostante le evidenze in letteratura (Caviola et al., 2022), una possibile spiegazione di ciò risieda nel fatto che la percezione di competenza è strettamente legata alla prestazione, influenzando direttamente il modo in cui gli studenti affrontano i compiti matematici (Jansen et al., 2013). Infatti, livelli

ottimali di percezione di competenza in matematica permettono di aumentare la motivazione e l'impegno degli studenti, sovrastando l'impatto negativo dell'ansia e delle strategie di coping negative. In particolare, tale risultato può indicare come la percezione di competenza agisca da fattore protettivo, riducendo la necessità di ricorrere a strategie di coping maladattive. Infatti, uno studente sicuro delle proprie abilità può essere maggiormente incline a utilizzare strategie di coping positive piuttosto che negative.

Successivamente, approfondendo il modello di regressione multivariato ed investigando il possibile effetto moderatore del genere è stato confermato il ruolo predittivo della percezione di competenza e dell'età in mesi, seppur solamente nella prova di calcolo approssimato, senza tuttavia evidenziare alcun effetto di interazione significativo da parte del genere. Infatti, attraverso un'analisi della varianza multivariata (MANOVA), è stato possibile confermare come non vi fosse una differenza significativa tra i modelli di regressione multivariata condotti.

Nel contesto del presente studio, è stato fatto riferimento ai risultati di Musso e colleghi (2014), che avevano identificato il genere come variabile moderatrice tra prestazione in matematica e percezione di competenza nella disciplina. Tuttavia, i risultati non hanno confermato questa ipotesi esplorativa. In particolare, vi sono molteplici ragioni possibili per questo risultato in contrasto. Ad esempio, è possibile che non vi fosse un effetto a causa dell'età del campione, più giovane rispetto alla letteratura di riferimento, ma anche rispetto a differenze nella metodologia utilizzata. Ancora, un motivo potrebbe essere dettato dalla natura mediatrice della variabile del genere, anziché moderatore. In particolare, l'articolo di Vos (2023) riporta come il genere agisce principalmente come un mediatore, influenzando la performance matematica attraverso l'ansia per la matematica e gli stereotipi di genere.

### **5.1 Limiti della ricerca e sviluppi futuri**

Nel presente studio, sebbene i risultati abbiano parzialmente confermato le evidenze scientifiche presenti in letteratura, sono rintracciabili alcuni limiti.

Il primo fra questi fa riferimento all'importanza, soprattutto in età preadolescenziale, di condurre studi di tipo longitudinale. Questi, infatti, permettono di analizzare l'evoluzione delle attitudini nel tempo, oltre che il loro cambiamento e influenza sulla prestazione matematica. Infatti, sarebbe interessante indagare se la percezione di competenza,

risultata come un predittore significativo, possa prevedere la prestazione matematica nel tempo, osservando l'evoluzione, a loro volta, dei valori di ansia per la matematica e i cambiamenti che si verificano (Wang et al., 2021). A sua volta, sarebbe possibile comprendere meglio le differenze di genere, chiarendo le evidenze contrastanti presenti in letteratura ed emerse nel presente studio.

In secondo luogo, un limite può essere riscontrato nella selezione dei fattori emotivi negativi e positivi inclusi nel presente studio. Infatti, è stata condotta una scelta parziale di quelle che sono le variabili che possono incidere nell'ambito della matematica. In possibili studi futuri, potrebbero essere prese in considerazione ulteriori variabili riconosciute come aventi un effetto negativo sulla prestazione in matematica, come, ad esempio, la tendenza ad evitare la matematica e i contesti o situazioni ad essa associati (Hembree, 1990; Ashcraft e Moore, 2009). In aggiunta, risulta essenziale esplorare ulteriori variabili positive, come ad esempio l'autoefficacia e la percezione di controllo. La prima, infatti, riguarda la fiducia nelle proprie capacità di affrontare compiti matematici (Bandura, 1997); la seconda si riferisce alla convinzione di avere un'influenza diretta sui risultati del proprio apprendimento, motivando gli studenti a impegnarsi (Skinner et al., 1998; Pekrun, 2006). Futuri studi potrebbero includere queste variabili, data la stretta relazione tra questi costrutti e le abilità di percezione di competenza analizzate nel presente studio. Questo permetterebbe di ottenere una visione più completa di tali attitudini, migliorando il supporto all'apprendimento degli studenti.

In terzo luogo, sarebbe interessante e cruciale indagare, al di là delle variabili incluse in questo studio, altri fattori di natura contestuale, come l'ansia per la matematica sperimentata dai genitori degli studenti o dagli stessi insegnanti. Di fatto, esistono differenti studi in letteratura che indicano come alti livelli di ansia per la matematica nei genitori siano legati ad alti livelli di ansia nei figli, oltre ad essere associati a prestazioni peggiori in tale disciplina (Herts et al., 2019). L'obiettivo futuro, pertanto, sarebbe quello di indagare i possibili effetti intergenerazionali.

Infine, sviluppi futuri potrebbero indagare in maniera più approfondita il ruolo del genere, ma esplorando la sua natura di mediatore in relazione alla prestazione in matematica e l'ansia per la matematica (Vos, 2023). In particolare, la letteratura di riferimento ha indagato una popolazione di età maggiore rispetto a quella del presente



studio, pertanto includere un campione di età preadolescenziale potrebbe aprire nuove possibilità di sviluppi futuri ed evidenze.

In conclusione, il presente studio ha confermato le correlazioni tra i fattori emotivi e la prestazione matematica, già presenti in letteratura, ad eccezione della variabile delle strategie di coping maladattive, per cui il risultato è risultato significativo solo in riferimento al genere maschile. In particolare, tale studio ha evidenziato il ruolo cruciale che ricopre la percezione di competenza in matematica come fattore protettivo e di supporto del successo in questa disciplina. Le implicazioni pratiche e educative di tale studio supportano una maggiore attenzione e promozione di programmi volti a lavorare sulla percezione di competenza degli studenti della scuola secondaria di primo grado, consentendo di sostenere l'apprendimento della matematica. Di fatto, lo sviluppo di una percezione positiva delle proprie competenze potrebbe mitigare i livelli di ansia per la matematica e favorire le prestazioni in tale disciplina. Pertanto, risulta essenziale integrare delle strategie educative mirate che non solo trasmettano le conoscenze matematiche, ma soprattutto volte a rafforzare la fiducia in se stessi, sostenendo efficacemente l'apprendimento della matematica stessa.



## Bibliografia

Ahmad, A., & Safaria, T. (2013). Effects of self-efficacy on students' academic performance. *Journal of Educational, Health, and Community Psychology*, 2(1), 22–29. <https://www.researchgate.net>

Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., & Van Der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 385–389. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.12.004>

Anderson, J. R. (1993). Problem solving and learning. *American Psychologist*, 48(1), 35–44. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.48.1.35>

*APA Dictionary of Psychology*. (2018, April 19). American Psychological Association. Retrieved March 4, 2024, from <https://dictionary.apa.org/anxiety>

*Approcci teorici, valutazione e intervento*. Milano: Franco Angeli.

Ashcraft, M. H. (1982). The development of mental arithmetic: A chronometric approach. *Developmental Review*, 2(3), 213–236

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>

Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition and Emotion*, 8(2), 97–125. <https://doi.org/10.1080/02699939408408931>

Ashcraft, M. H., & Kirk, E. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology. General*, *130*(2), 224–237. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224>

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(2), 243–248. <https://doi.org/10.3758/bf03194059>

Ashcraft, M. H., and Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal Psychoeducational Assessment*. *27*, 197–205.

Ashcraft, M. H., Kirk, E. P., and Hopko, D. (1998). “On the cognitive consequences of mathematics anxiety,” in *The Development of Mathematical Skills*, ed C. Donlan (Hove: Erlbaum), 175–196.

Ashcraft, M. H., Krause, J. A., & Hopko, D. R. (2007). Is math anxiety a mathematical learning disability? In D. B. Berch & M. M. M. Mazocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematical learning difficulties and disabilities* (pp. 329–348). Paul H. Brookes Publishing Co..

Bakker, M., Torbeyns, J., Wijns, N., Verschaffel, L., & De Smedt, B. (2018). Gender equality in 4- to 5-year-old preschoolers’ early numerical competencies. *Developmental Science*, *22*(1). <https://doi.org/10.1111/desc.12718>

Baloglu, M., & Koçak, R. (2006). A multivariate investigation of the differences in mathematics anxiety. *Personality and Individual Differences*, *40*(7), 1325–1335. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2005.10.009>

Bandura, A. (1994). Regulative function of perceived self-efficacy. In M. G. Rumsey, C.B. Walker, & J. H. Harris (Eds.), *Personnel selection and classification* (pp. 261–271). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc

Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Macmillan.

Barbaranelli, C., & Natali, E. (2005). *I test psicologici: teorie e modelli psicometrici*. Carocci Editore.

Barbaranelli, C. (2007). *Analisi dei dati. Un'introduzione per le scienze psicologiche e sociali*.

Baroody, A. J. (1983). The development of procedural knowledge: An alternative explanation for chronometric trends of mental arithmetic. *Developmental Review*, 3(2), 225–230. [https://doi.org/10.1016/0273-2297\(83\)90031-x](https://doi.org/10.1016/0273-2297(83)90031-x)

Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In A. J. Baroody & A. Dowker (Eds.), *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise* (pp. 1–33). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>

Beilock, S. L., Rydell, R. J., & McConnell, A. R. (2007). Stereotype threat and working memory: Mechanisms, alleviation, and spillover. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(2), 256–276. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.2.256>

Biancarsi, A., Bachmann, C., & Nicoletti, C. (2022). *BDE 2 Batteria Discalculica Evolutiva*. Trento: Erickson.

Bong, M., & Skaalvik, E. M. (2003). Academic Self-Concept and Self-Efficacy: How Different Are They Really? *Educational Psychology Review*, 15(1), 1–40. <https://doi.org/10.1023/a:1021302408382>

Bracken, B. A. (1992). Multidimensional Self Concept Scale [Dataset]. In *PsycTESTS Dataset*. <https://doi.org/10.1037/t01247-000>

Brown, M., Brown, P., & Bibby, T. (2008). “I would rather die”: reasons given by 16-year-olds for not continuing their study of mathematics. *Research in Mathematics Education*, 10(1), 3–18. <https://doi.org/10.1080/14794800801915814>

Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From Brain to Education. *Science*, 332(6033), 1049–1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>

Carroll, J. M., & Iles, J. (2006). An assessment of anxiety levels in dyslexic students in higher education. *British Journal of Educational Psychology*, 76(3), 651–662. <https://doi.org/10.1348/000709905x66233>

Carroll, J. M., Maughan, B., Goodman, R., & Meltzer, H. (2005). Literacy difficulties and psychiatric disorders: evidence for comorbidity. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 46(5), 524–532. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00366.x>

Carver, C. S., Scheier, M. F., & Weintraub, J. K. (1989). Assessing coping strategies: a theoretically based approach. *Journal of personality and social psychology*, 56(2), 267.

Caviola, S., Mammarella, I. C., Cornoldi, C., & Lucangeli, D. (2012). The Involvement of Working Memory in Children’s Exact and Approximate Mental Addition. *Journal of Experimental Child Psychology*, 112 (2), 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.02.005>

Caviola, S., Mammarella, I. C., Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (2014). Working Memory and Domain-Specific Precursors Predicting Success in Learning Written Subtraction Problems. *Learning and Individual Differences, 36*, 92-100.

Caviola, S., Mammarella, I. C., Pastore, M., & LeFevre, J. (2018). Children's Strategy Choices on Complex Subtraction Problems: Individual Differences and Developmental Changes. *Frontiers in Psychology, 9*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01209>

Caviola, S., Primi, C., Chiesi, F., & Mammarella, I. C. (2017). Psychometric properties of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Italian primary school children. *Learning and Individual Differences, 55*, 174-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2017.03.006>

Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szücs, D., & Mammarella, I. C. (2021). Math Performance and Academic Anxiety Forms, from Sociodemographic to Cognitive Aspects: a Meta-analysis on 906,311 Participants. *Educational Psychology Review, 34*(1), 363–399. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>

Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial Training Improves Children's Mathematics Ability. *Journal of Cognition and Development, 15*(1), 2–11. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.725186>

Cho, Y., Weinstein, C. E., & Wicker, F. W. (2011). Perceived competence and autonomy as moderators of the effects of achievement goal orientations. *Educational Psychology, 31*(4), 393–411. <https://doi.org/10.1080/01443410.2011.560597>

Cimpian, J. R., Lubienski, S. T., Timmer, J. D., Makowski, M. B., & Miller, E. (2016). Have gender gaps in math closed? achievement, teacher perceptions, and learning behaviors across two ECLS-K cohorts. *AERA Open, 2*(4), 233285841667361. <https://doi.org/10.1177/2332858416673617>

Clerkin, A., & Gilligan, K. A. (2018). Pre-school numeracy play as a predictor of children's attitudes towards mathematics at age 10. *Journal of Early Childhood Research*, 16(3), 319–334. <https://doi.org/10.1177/1476718x18762238>

Cohen, L. D., Korem, N., & Rubinsten, O. (2021). Math anxiety is related to math difficulties and composed of emotion regulation and anxiety predisposition: a network analysis study. *Brain Sciences*, 11(12), 1609. <https://doi.org/10.3390/brainsci11121609>

Cornoldi, C. (2019). *I disturbi dell'apprendimento*. Editore: Il Mulino.

Cornoldi, C., & Cazzola, C. (2003). *AC-MT 11-14. Test di valutazione delle abilità di calcolo e problem solving dagli 11 ai 14 anni. Con protocolli*. Edizioni Erickson.

Cornoldi, c., Lucangeli, D. (2004). Arithmetic education and learning disabilities in Italy. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 42-49

Cornoldi, C., Lucangeli, D., & Bellina, M. (2012). *AC-MT 6-11*. Trento: Erickson.

Cornoldi, C., Mammarella, I. C., & Caviola, S. (2020). *AC-MT-3 6-14 anni. Prove per la clinica*.

Costa, H. M., Nicholson, B., Donlan, C., & Van Herwegen, J. (2018). Low performance on mathematical tasks in preschoolers: the importance of domain-general and domain-specific abilities. *JIDR. Journal of Intellectual Disability Research*, 62(4), 292–302. <https://doi.org/10.1111/jir.12465>

Daucourt, M. C., Napoli, A. R., Quinn, J., Wood, S. G., & Hart, S. A. (2021). The home math environment and math achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 147(6), 565–596. <https://doi.org/10.1037/bul0000330>



De Corte, E., Depaepe, F., Eynde, P. O. ', & Verschaffel, L. (2011). Students' self-regulation of emotions in mathematics: an analysis of meta-emotional knowledge and skills. *ZDM*, 43(4), 483–495. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0333-6>

De Vita, C., Pellizzoni, S., & Passolunghi, M. C. (2018). I precursori dell'apprendimento matematico. *Quaderni CIRD. Rivista Del Centro Interdipartimentale per La Ricerca Didattica Dell'Università Di Trieste / Journal of the Interdepartmental Center for Educational Research of the University of Trieste – ISSN: 2039-8646*, 17, 31-45.

De Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D., & Reynvoet, B. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance: Examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes. *Learning and Individual Differences*, 102, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102255>

Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012). Gender Differences in Mathematics Anxiety and the Relation to Mathematics Performance While Controlling for Test Anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>

Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D., & Dowker, A. (2012c). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavioral and Brain Functions*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1744-9081-8-33>

Domenici, G. (2003). *Manuale della valutazione scolastica*. Bari: Editori Laterza.

Donolato, E., Toffalini, E., Giofrè, D., Caviola, S., & Mammarella, I. C. (2020). Going Beyond Mathematics Anxiety in primary and Middle School students: The Role of Ego-Resiliency in Mathematics. *Mind, Brain and Education*, 14(3), 255–266. <https://doi.org/10.1111/mbe.12251>

Dowker, A. (2005). Individual differences in arithmetic. In *Psychology Press eBooks*.  
<https://doi.org/10.4324/9780203324899>

Dowker, A. (2015). Individual differences in arithmetical abilities: The componential nature of arithmetic. In R. C. Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 878–894). Oxford University Press.

Dowker, A., Ashcraft, M. H., & Krinzinger, H. (2012). The development of attitudes and emotions related to mathematics. *Child Development Research*, 2012, 1–3.  
<https://doi.org/10.1155/2012/238435>

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, 7.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

Dupeyrat, C., Escribe, C., Huet, N., & Régner, I. (2011). Positive biases in self-assessment of mathematics competence, achievement goals, and mathematics performance. *International Journal of Educational Research*, 50(4), 241–250.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2011.08.005>

Durrani, N., & Tariq, V. (2009). *Relationships between undergraduates' mathematics anxiety and their attitudes towards developing numeracy skills and perceptions of numerical competence (Version 1)*. University of Sussex.  
<https://hdl.handle.net/10779/uos.23384924.v1>

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101859.  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>

Eccles, J. S., Wigfield, A., and Schiefele, U. (1998). "Motivation to succeed," in *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development*, eds W. Damon and N. Eisenberg (Hoboken, NJ: John Wiley and Sons), 1017–1095.

Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010b). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *136*(1), 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>

Encinas-Martín, M., & Cherian, M. (2023). *Gender, education and skills*. In *OECD skills studies*. <https://doi.org/10.1787/34680dd5-en>

Erturan, S., & Jansen, B. R. (2015). An investigation of boys' and girls' emotional experience of math, their math performance, and the relation between these variables. *European Journal of Psychology of Education*, *30*(4), 421–435. <https://doi.org/10.1007/s10212-015-0248-7>

Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and Performance: The Processing Efficiency Theory. *Cognition & Emotion*, *6* (6), 409–434. <https://doi.org/10.1080/02699939208409696>

Eysenck, M. W., & Keane, M. T. (2010). *Cognitive psychology: A student's handbook* (6th ed.). Psychology Press.

Faust, M. W. (1992). *Analysis of physiological reactivity in mathematics anxiety*. Unpublished doctoral dissertation, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio

Faust, M. W. (1996). Mathematics anxiety effects in simple and complex addition. *Mathematical Cognition*, *2*(1), 25–62. <https://doi.org/10.1080/135467996387534>

Ferretti, F., & Lovece, S. (2015). La valutazione formativa per la didattica della matematica nell'ambito del progetto FAMT&L. Le concezioni degli studenti di scuola

media nei confronti degli strumenti di verifica utilizzati in classe. *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. <https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/5355>

Friedel, J. M., Cortina, K. S., Turner, J. C., & Midgley, C. (2007). Achievement goals, efficacy beliefs and coping strategies in mathematics: The roles of perceived parent and teacher goal emphases. *Contemporary Educational Psychology*, 32(3), 434–458. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.10.009>

Garnefski, N., Rieffe, C., Jellesma, F. C., Terwogt, M. M., & Kraaij, V. (2006). Cognitive emotion regulation strategies and emotional problems in 9–11-year-old children. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s00787-006-0562-3>

Geary, D. C. (1996). International differences in mathematical achievement. *Current Directions in Psychological Science*, 5(5), 133–137. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep11512344>

Geary, D. C. (2013). Early foundations for mathematics learning and their relations to learning disabilities. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 23–27. <https://doi.org/10.1177/0963721412469398>

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.

Gelman, R., & Williams, E. M. (1998). Enabling constraints for cognitive development and learning: Domain specificity and epigenesis. In W. Damon (Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language* (pp. 575–630). John Wiley & Sons, Inc.

Gibbs, B. G. (2010). Reversing fortunes or content change? Gender gaps in math-related skill throughout childhood. *Social Science Research*, 39(4), 540–569. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2010.02.005>

Gogtay, N. J., & Thatte, U. M. (2017). Principles of Correlation Analysis. *The Journal of the Association of Physicians of India*, 65(3), 78–81.

Graves, B. S., Hall, M. E., Dias-Karch, C., Haischer, M. H., & Apter, C. (2021). Gender differences in perceived stress and coping among college students. *PloS One*, 16(8), e0255634. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255634>

Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: The role of the linear number line. *Developmental Psychology*, 48(5), 1229–1241. <https://doi.org/10.1037/a0027433>

Haapasalo, L., & Kadijevich, D. M. (2000). Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 21(2), 139–157. <https://doi.org/10.1007/bf03338914>

Halford, G. S. (1993). *Children's Understanding: the development of mental models*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA20351384>

Halpern, D. F., Beninger, A. S., & Straight, C. A. (2011). Sex differences in intelligence. In Cambridge University Press eBooks (pp. 253–272). <https://doi.org/10.1017/cbo9780511977244.014>

Hamilton, N. A., Freche, R., Zhang, Y., Zeller, G., & Carroll, I. M. (2021). Test anxiety and poor sleep: a vicious cycle. *International Journal of Behavioral Medicine*, 28(2), 250–258. <https://doi.org/10.1007/s12529-021-09973-1>

Hart, S. A., & Ganley, C. M. (2019). The nature of math anxiety in adults: Prevalence and correlates. *Journal of Numerical Cognition*, 5(2), 122–139. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.195>

Harter S. *Self-Perception Profile For Children: Manual And Questionnaires (Revised)* Denver CO: University of Denver; 2012.

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33. <https://doi.org/10.2307/749455>

Herts, J. B., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2019). The role of parents' and teachers' math anxiety in children's math learning and Attitudes. In *Routledge eBooks* (pp. 190–210). <https://doi.org/10.4324/9780429199981-11>

Hiebert, J. (1986). *Conceptual and procedural knowledge: The Case of Mathematics*. Routledge.

Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szűcs, D. (2016). Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.02.006>

Ho, H., Şentürk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., Chiu, S., Nakazawa, Y., & Wang, C. (2000). The Affective and Cognitive Dimensions of Math Anxiety: A Cross-National Study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 362–379. <https://doi.org/10.2307/749811>

Hodapp, V., Glanzmann, P. G., & Laux, L. (1995). Theory and measurement of test anxiety as a situation specific trait. In C. D. Spielberger & P.R. Vagg (Eds.), *Test anxiety. Theory, assessment, and treatment* (pp. 47-58). Washington: Taylor & Francis.

Hoffman, B. (2010). “I think I can, but I’m afraid to try”: The role of self-efficacy beliefs and mathematics anxiety in mathematics problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences*, 20(3), 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.02.001>

Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Assessment*, *10*(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>

Hopko, D. R., McNeil, D. W., Zvolensky, M. J., & Eifert, G. H. (2001). The relation between anxiety and skill in performance-based anxiety disorders: A behavioral formulation of social phobia. *Behavior Therapy*, *32*(1), 185–207. [https://doi.org/10.1016/s0005-7894\(01\)80052-6](https://doi.org/10.1016/s0005-7894(01)80052-6)

Humphreys, M. S., & Revelle, W. (1984). Personality, motivation, and performance: A theory of the relationship between individual differences and information processing. *Psychological Review*, *91*(2), 153–184. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.91.2.153>

Hyde, J. S. (2005). The gender similarities hypothesis. *American Psychologist*, *60*(6), 581–592. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.60.6.581>

Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2006). Gender similarities in mathematics and science. *Science*, *314*(5799), 599–600. <https://doi.org/10.1126/science.1132154>

Hyde, J. S., & Mertz, J. E. (2009). Gender, culture, and mathematics performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*(22), 8801–8807. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901265106>

Hyde, J. S., Fennema, É., & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *107*(2), 139–155. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.107.2.139>

Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Linn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. (2008). Gender similarities characterize math performance. *Science*, *321*(5888), 494–495. <https://doi.org/10.1126/science.1160364>

Jansen, B. R. J., Louwerse, J., Straatemeier, M., Van Der Ven, S. H., Klinkenberg, S., & Van Der Maas, H. L. J. (2013). The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. *Learning and Individual Differences, 24*, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.014>

JASP Team. (2024). *JASP (Version 0.17) [Computer software]*. <https://jasp-stats.org/>

Justicia-Galiano, M. J., Martín-Puga, M. E., Linares, R., & Pelegrina, S. (2017). Math anxiety and math performance in children: The mediating roles of working memory and math self-concept. *British Journal of Educational Psychology, 87*(4), 573–589. <https://doi.org/10.1111/bjep.12165>

Karmiloff-Smith, A. (1995). *Beyond modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. MIT Press.

Kazelskis, R., Reeves, C., Kersh, M. E., Bailey, G., Cole, K., Larmon, M., Hall, L., & Holliday, D. (2000). Mathematics anxiety and test anxiety: separate constructs? *Journal of Experimental Education, 68*(2), 137–146. <https://doi.org/10.1080/00220970009598499>

Kline, P. (2015). *A Handbook of Test Construction (Psychology Revivals): Introduction to Psychometric Design*. Routledge.

Krypel, M. N., & Henderson-King, D. (2010). Stress, coping styles, and optimism: are they related to meaning of education in students' lives? *Social Psychology of Education, 13*(3), 409–424. <https://doi.org/10.1007/s11218-010-9132-0>

LeFevre, J., Fast, L., Skwarchuk, S., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to Mathematics: Longitudinal Predictors of Performance. *Child Development, 81*(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>



Levine, S. C., & Pantoja, N. (2021). Development of children's math attitudes: Gender differences, key socializers, and intervention approaches. *Developmental Review*, 62, 100997. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2021.100997>

Lindberg, S. M., Hyde, J. S., Petersen, J. L., & Linn, M. C. (2010). New trends in gender and mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(6), 1123–1135. <https://doi.org/10.1037/a0021276>

Lucangeli, D., & Mammarella, I. C. (2010). *Psicologia della cognizione numerica. Approcci teorici, valutazione e intervento*. Milano: Franco Angeli.

Lucangeli, D., & Tressoldi, P. E. (2002). Lo sviluppo della conoscenza numerica: Alle origini del "capire i numeri." [The development of numerical knowledge: On the sources of "understanding numbers."]. *Giornale Italiano di Psicologia*, 29(4), 701–723.

Lucangeli, D., Mammarella, I. C., Caviola, S., & Gerotto, G. (2016). *AC-FL: Prove di fluenza nelle abilità di calcolo per il secondo ciclo della scuola primaria*. Edizioni Centro Studi Erickson.

Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, Volume 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/prbm.s141421>

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2011). Mathematics Anxiety: Separating the Math from the Anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102–2110. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289>

Ma, X. (1999c). A Meta-Analysis of the Relationship between Anxiety toward Mathematics and Achievement in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(5), 520. <https://doi.org/10.2307/749772>

Ma, X., & Kishor, N. (1997). Assessing the Relationship between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 26. <https://doi.org/10.2307/749662>

Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in cognitive sciences*, 16(8), 404–406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.008>

Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). Rapid Communication: The Effect of Mathematics Anxiety on the Processing of Numerical Magnitude. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(1), 10–16. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278>

Mammarella, I. C., Caviola, S., & Dowker, A. (2019). *Mathematics anxiety: What Is Known, and What is Still Missing*. Routledge.

Mamolo, L. A., & Sugano, S. G. C. (2020). Self-perceived and actual competencies of senior high school students in General Mathematics. *Cogent Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2020.1779505>

Marsh, H. W., & Martin, A. J. (2011). Academic self-concept and academic achievement: Relations and causal ordering. *British Journal of Educational Psychology*, 81(1), 59–77. <https://doi.org/10.1348/000709910x503501>

Master, A., & Meltzoff, A. N. (2020). Cultural stereotypes and sense of belonging contribute to gender gaps in STEM. *International Journal of Gender, Science, and Technology*, 12, 152–198.

Mattarella-Micke, A., Mateo, J. M., Kozak, M., Foster, K. T., & Beilock, S. L. (2011). Choke or thrive? The relation between salivary cortisol and math performance depends on individual differences in working memory and math-anxiety. *Emotion*, 11(4), 1000–1005. <https://doi.org/10.1037/a0023224>

Matteucci, M., & Mignani, S. (2011). Gender differences in performance in mathematics at the end of lower secondary school in Italy. *Learning and Individual Differences, 21*(5), 543–548. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.03.001>

Mazana, M. Y., Montero, C. S., & Casmir, R. O. (2018). Investigating Students' Attitude towards Learning Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 14*(1). <https://doi.org/10.29333/iejme/3997>

McCloskey, M. (1992). Cognitive Mechanisms in Numerical Processing: Evidence from Acquired Dyscalculia. *Cognition, 44* (1–2), 107–157. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90052-j](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-j)

Mega, C., Ronconi, L., & De Béni, R. (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning, and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology, 106*(1), 121–131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>

Miller, H. G., & Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences, 37*(3), 591–606. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.09.029>

Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y., Stockton, J. D., & Bower, C. A. (2021). Effects of spatial training on mathematics in first and sixth grade children. *Journal of Educational Psychology, 113*(2), 304–314. <https://doi.org/10.1037/edu0000494>

Murnane, R. J., Willett, J. B., & Levy, F. (1995). *The growing importance of cognitive skills in wage determination*. <https://doi.org/10.3386/w5076>

Namkung, J. M., Peng, P., & Lin, X. (2019). The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance among School-Aged Students: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research, 89*(3), 459–496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>

National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. US Department of Education.

NEALE, D. C. (1969). The role of attitudes in learning mathematics. *The Arithmetic Teacher*, 16(8), 631–640. <http://www.jstor.org/stable/41187564>

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III): Preliminary Version*. Paris, OECD.

Passolunghi, M. C., Lanfranchi, S., Altoè, G., & Sollazzo, N. (2015). Early numerical abilities and cognitive skills in kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 135, 25–42. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.02.001>

Pastore, M. (2015). *Analisi dei dati in psicologia*. Bologna: il Mulino.

Paul, M., & Ngirande, H. (2014). The influence of students' perceptions on mathematics performance. A case of a selected high school in South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n3p431>

Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Peng, P., Namkung, J. M., Barnes, M. A., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>

Pennequin, V., Questel, F., Delaville, E., Delugre, M., & Maintenant, C. (2019). Metacognition and emotional regulation in children from 8 to 12 years old. *British Journal of Educational Psychology*, 90(S1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/bjep.12305>

Pletzer, B., Kronbichler, M., Nuerk, H., & Kerschbaum, H. (2015). Mathematics anxiety reduces default mode network deactivation in response to numerical tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00202>

Primi, C., Busdraghi, C., Tomasetto, C., Moorsanyi, K., & Chiesi, F. (2014). Measuring math anxiety in Italian college and high school students: Validity, reliability and gender invariance of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS). *Learning and Individual Differences*, 34, 51-66.

Punaro, L., & Reeve, R. A. (2012). Relationships between 9-Year-Olds' Math and Literacy Worries and Academic Abilities. *Child Development Research*, 2012, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2012/359089>

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013b). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187–202. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018b). Math anxiety: past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>

Revelle, W., & Zinbarg, R. E. (2008b). Coefficients Alpha, Beta, Omega, and the glb: Comments on Sijtsma. *Psychometrika*, 74(1), 145–154. <https://doi.org/10.1007/s11336-008-9102-z>

Reyna, V. F., & Brainerd, C. J. (2007). The importance of mathematics in health and human judgment: Numeracy, risk communication, and medical decision making. *Learning and Individual Differences*, 17(2), 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.03.010>

Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>

Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2014). Developing Conceptual and Procedural Knowledge of Mathematics. In *Oxford University Press eBooks* (pp. 1118–1134). <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>

Rittle-Johnson, B., & Siegler, R. S. (1998). The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review. In C. Donlan (Ed.), *The development of mathematical skills* (pp. 75–110). Psychology Press/Taylor & Francis (UK).

Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 346–362. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.346>

Robinson, J. P., & Lubienski, S. T. (2011). The development of gender achievement gaps in mathematics and reading during elementary and middle school. *American Educational Research Journal*, 48(2), 268–302. <https://doi.org/10.3102/0002831210372249>

Rose, H., & Betts, J. R. (2004). The effect of high school courses on earnings. *the Review of Economics and Statistics*, 86(2), 497–513. <https://doi.org/10.1162/003465304323031076>

RStudio Team. (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R (Version 2024.01.1) [Computer software]*. RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>

Ruffing, S., Wach, F., Spinath, F. M., Brünken, R., & Karbach, J. (2015). Learning strategies and general cognitive ability as predictors of gender-specific academic achievement. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01238>

Sarkar, A., Dowker, A., & Kadosh, R. C. (2014). Cognitive enhancement or cognitive cost: Trait-Specific outcomes of brain stimulation in the case of mathematics anxiety. *Journal of Neuroscience*, *34*(50), 16605–16610. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3129-14.2014>

Schaeffer, M. W., Rozek, C. S., Maloney, E. A., Berkowitz, T., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2021). Elementary school teachers' math anxiety and students' math learning: A large-scale replication. *Developmental Science*, *24*(4). <https://doi.org/10.1111/desc.13080>

Sella, F., Berteletti, I., Lucangeli, D., & Zorzi, M. (2015). Spontaneous non-verbal counting in toddlers. *Developmental Science*, *19*(2), 329–337. <https://doi.org/10.1111/desc.12299>

Siegler, R. S., & Robinson, M. B. (1982). The Development of Numerical Understandings. In *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 241–312). [https://doi.org/10.1016/s0065-2407\(08\)60072-5](https://doi.org/10.1016/s0065-2407(08)60072-5)

Siegler, R. S., & Stern, E. (1998). Conscious and unconscious strategy discoveries: A microgenetic analysis. *Journal of Experimental Psychology. General*, *127*(4), 377–397. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.127.4.377>

Skaalvik, E. M. (2018b). Mathematics anxiety and coping strategies among middle school students: relations with students' achievement goal orientations and level of performance. *Social Psychology of Education*, *21*(3), 709–723. <https://doi.org/10.1007/s11218-018-9433-2>

Skinner, E. A., Zimmer-Gembeck, M. J., & Connell, J. P. (1998). *Individual differences and the development of perceived control*. University of Chicago Press.

Spelke, E. S. (2005). Sex Differences in Intrinsic Aptitude for Mathematics and Science?: A Critical Review. *American Psychologist*, *60*(9), 950–958. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.60.9.950>

Su, R., Rounds, J., & Armstrong, P. I. (2009). Men and things, women and people: A meta-analysis of sex differences in interests. *Psychological Bulletin*, *135*(6), 859–884. <https://doi.org/10.1037/a0017364>

Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2024). A biopsychological–social view of mathematical development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *55*, 101332. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2023.101332>

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2018). *Using multivariate statistics*.  
Taylor, J. M. (2021). Coefficient Omega. *Journal of Nursing Education*, *60*(8), 429–430. <https://doi.org/10.3928/01484834-20210722-02>

Tamres, L. K., Janicki, D., & Helgeson, V. S. (2002). Sex Differences in Coping Behavior: A Meta-Analytic Review and An Examination of Relative Coping. *Personality and Social Psychology Review*, *6*(1), 2–30. [https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0601\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0601_1)

Tomasetto, C. (2019). *Gender stereotypes, anxiety, and math outcomes in adults and children*. In Routledge eBooks (pp. 178–189). <https://doi.org/10.4324/9780429199981-10>

Vertecchi, B. (2003). *Manuale della valutazione: analisi degli apprendimenti e dei contesti*. FrancoAngeli.

Vos, H., Marinova, M., De Léon, S. C., Sasanguie, D., & Reynvoet, B. (2023). Gender differences in young adults' mathematical performance: Examining the contribution of working memory, math anxiety and gender-related stereotypes. *Learning and Individual Differences*, *102*, 102255. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102255>



Wang, Z., Lukowski, S. L., Hart, S. A., Lyons, I. M., Thompson, L. A., Kovas, Y., Mazzocco, M. M., Plomin, R., & Petrill, S. A. (2015). Is math anxiety always bad for math learning? The role of math Motivation. *Psychological Science*, *26*(12), 1863–1876. <https://doi.org/10.1177/0956797615602471>

Wang, Z., Shakeshaft, N. G., Schofield, K., & Malanchini, M. (2018). Anxiety is not enough to drive me away: A latent profile analysis on math anxiety and math motivation. *PLOS ONE*, *13*(2), e0192072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192072>

Wang, Z., Borriello, G. A., Oh, W., Lukowski, S., & Malanchini, M. (2021). Co-development of math anxiety, math self-concept, and math value in adolescence: The roles of parents and math teachers. *Contemporary Educational Psychology*, *67*, 102016. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.102016>

Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2007). Spatial ability: A neglected dimension in talent searches for intellectually precocious youth. *Journal of Educational Psychology*, *99*(2), 397–420. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.2.397>

Wigfield, A., & Meece, J. L. (1988). Math anxiety in elementary and secondary school students. *Journal of Educational Psychology*, *80*(2), 210–216. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.2.210>

Wu, S. S., Barth, M., Amin, H., Malcarne, V., & Menon, V. (2012). Math anxiety in second and third graders and its relation to mathematics achievement. *Frontiers in Psychology*, *3*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162>

Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, *36*(2), 155–193. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(90\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(90)90003-3)

Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, *24*(2), 220–251. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90008-p](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90008-p)

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The Relationship between math anxiety and math Performance: A Meta-Analytic Investigation. *Frontiers in Psychology, 10*.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>