



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di laurea in Psicologia Clinico-Dinamica

Tesi di laurea Magistrale

**Ansia e percezione di controllo: l'influenza dei fattori emotivi e
motivazionali nella prestazione matematica di studenti della
scuola secondaria di primo grado**

**Anxiety and perceived control: the influence of emotional and motivational factors
on mathematics performance in lower secondary school students**

Relatrice

Prof.ssa Sara Caviola

Correlatrice

Dott.ssa Alice Masi

Laureanda: Sara Bello

Matricola: 2091645

Anno Accademico 2024/2025

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUZIONE | 1 |
| CAPITOLO 1. Apprendimento della matematica | 3 |
| 1.1 Le abilità matematiche | 3 |
| 1.2 I precursori dell'apprendimento matematico | 5 |
| 1.2.1 Le abilità dominio generali..... | 6 |
| 1.2.2 Le abilità dominio specifiche | 7 |
| 1.3 Le abilità del calcolo | 9 |
| 1.3.1 Le abilità di calcolo a mente..... | 11 |
| 1.3.2 Le abilità di calcolo scritto | 12 |
| 1.4 La valutazione delle abilità di calcolo | 14 |
| CAPITOLO 2. Fattori emotivi e motivazionali | 17 |
| 2.1 Introduzione | 17 |
| 2.2 Ansia generale | 19 |
| 2.2.1 Definizione e caratteristiche | 19 |
| 2.2.2 Differenze di genere | 21 |
| 2.2.3 Relazione tra ansia generale e prestazione in matematica..... | 22 |
| 2.3 Ansia per la matematica | 23 |
| 2.3.1 Definizione e caratteristiche | 23 |
| 2.3.2 Differenze di genere | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.3 Relazione tra ansia per la matematica e prestazione | 25 |
| 2.4 Percezione di controllo..... | 27 |
| 2.4.1 Definizione e caratteristiche | 27 |
| 2.4.2 Differenze di genere | 28 |
| 2.4.3 Relazione tra percezione di controllo e prestazione in matematica..... | 29 |
| CAPITOLO 3: Il metodo..... | 33 |
| 3.1 Le ipotesi | 33 |
| 3.2 Il campione..... | 35 |
| 3.3 La procedura | 37 |
| 3.4 Prove di matematica..... | 39 |
| 3.4.1 Calcolo a mente | 40 |
| 3.4.2 Fatti numerici..... | 41 |
| 3.5 Questionari..... | 42 |
| 3.5.1 Questionario sull'ansia generale..... | 42 |
| 3.5.2 Questionario sull'ansia per la matematica..... | 43 |
| 3.5.3 Questionario sulla Percezione di controllo in matematica | 44 |
| CAPITOLO 4. I Risultati..... | 47 |
| 4.1 Analisi descrittive..... | 48 |
| 4.2 Validità interna dei questionari | 48 |
| 4.3 Correlazioni | 49 |
| 4.4 Regressione lineare..... | 51 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| CAPITOLO 5. Discussioni | 55 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 61 |

INTRODUZIONE

L'apprendimento della matematica svolge un ruolo importante nella vita delle persone, favorendo lo sviluppo di abilità non solo scolastiche, ma utili anche nella quotidianità. Le abilità matematiche sono caratterizzate da un'elevata complessità, che talvolta ne rende difficile l'acquisizione. L'epoca storica in cui viviamo vede una costante crescita della digitalizzazione e con essa la relativa richiesta di competenze matematiche, che riflette la loro importanza in diversi settori, tra cui le scienze sociali e la finanza (Gravemeijer, 2016). In generale, si tratta di abilità complesse ma fondamentali, il cui apprendimento coinvolge una molteplicità di processi cognitivi, emotivi e motivazionali.

Tra i fattori che influenzano l'apprendimento matematico, svolgono un ruolo cruciale le variabili emotive, come l'ansia generale e l'ansia specifica per la materia, e motivazionali, come la percezione di controllo. Tali aspetti possono rispettivamente ostacolare o supportare lo studente nell'apprendimento della disciplina, agendo di conseguenza anche sulla prestazione.

Nello specifico, l'ansia generale si manifesta come una sensazione di preoccupazione eccessiva e persistente nel tempo, rispetto ad una situazione di minaccia reale o percepita come tale (American Psychiatric Association, 2014). Allo stesso tempo, l'ansia specifica per la matematica rappresenta uno stato di tensione e preoccupazione riferita nello specifico a situazioni che coinvolgono la manipolazione numerica (Richardson & Suinn, 1972). Tale condizione emotiva può influenzare negativamente il benessere dello studente e la prestazione in matematica, compromettendone il successo scolastico. Tuttavia, la letteratura ha evidenziato l'importanza di supportare l'azione contrastante di emozioni positive collegate all'apprendimento della matematica, sia al fine di aumentare il benessere, che il coinvolgimento e la prestazione degli studenti. Tra i fattori collegati ad esperienze emotive più positive, la percezione di controllo occupa un ruolo centrale ed è caratterizzata dalla consapevolezza di poter incidere direttamente sui risultati di una prestazione (Putwain & Aveyard, 2018).

Alla luce di tali evidenze la presente ricerca si è posta l'obiettivo di indagare nel dettaglio l'influenza di variabili emotive e motivazionali e l'effettiva prestazione in matematica, in un campione di studenti della Scuola Secondaria di primo grado attraverso l'uso di prove matematiche e questionari self-report.

Nel dettaglio, il primo capitolo prenderà in esame i fattori che concorrono allo sviluppo di abilità matematiche, con il supporto di modelli teorici che ne illustrano l'evoluzione. Infine, verranno approfondite le abilità del calcolo, con una distinzione tra il calcolo a mente e il calcolo scritto, e la loro valutazione applicata a differenti contesti.

Nel secondo capitolo, invece, saranno approfonditi i fattori emotivi di ansia generale e ansia per la matematica, e il fattore motivazionale di percezione di controllo, descrivendone le caratteristiche principali e soffermandosi sulla relazione di ciascun costrutto con la prestazione in matematica.

Nel terzo capitolo sarà descritta la ricerca condotta, illustrandone le ipotesi principali, il campione esaminato e gli strumenti utilizzati per misurare le variabili d'interesse.

Nel quarto capitolo, successivamente, saranno presentati i risultati della ricerca, incluse le analisi descrittive, la valutazione dell'affidabilità interna degli strumenti, le correlazioni e il modello di regressione lineare svolti per le analisi. Seguirà, infine, una discussione dei risultati emersi e dei limiti della ricerca, unitamente a possibili sviluppi futuri.

CAPITOLO 1. Apprendimento della matematica

1.1 Le abilità matematiche

Le abilità matematiche comprendono una serie di competenze, tra cui per esempio le abilità di calcolo e la risoluzione di problemi aritmetici, apprese principalmente durante il percorso scolastico. Esse dipendono dal coinvolgimento di diversi fattori cognitivi e di specifiche basi neurali; queste ultime, allo stato attuale della ricerca, non sono ancora state completamente mappate. Tuttavia, si riconosce un ruolo ai circuiti cerebrali associati al processamento della grandezza, all'attenzione linguistica e spaziale (LeFevre, 2010; Amland et al., 2025). Oltre ai fattori di base biologica, lo sviluppo di abilità matematiche viene influenzato anche da fattori ambientali; tra questi possiamo includere, per esempio, un contesto scolastico e familiare supportivo, e lo status socioeconomico della famiglia di appartenenza (Haataja et al., 2024).

Le abilità matematiche risultano fondamentali nella vita di un individuo, sia durante il percorso accademico che per le attività quotidiane, come la gestione finanziaria o attività lavorative. Nel dettaglio, l'acquisizione di tali competenze rappresenta un aspetto centrale del percorso formativo di uno studente, anche se spesso si ritiene che alcune persone siano più predisposte all'apprendimento della materia. Non solo, spesso l'apprendimento della matematica può risultare maggiormente sfidante rispetto ad altre materie; si tratta di una disciplina logica, che richiede ragionamenti astratti e vede il coinvolgimento di diversi processi cognitivi, limitando per alcune persone l'accesso ad un'esperienza formativa soddisfacente. Pertanto, una solida preparazione nelle abilità matematiche permette agli studenti di affrontare le diverse sfide accademiche e di acquisire competenze spendibili successivamente nel mercato del lavoro, risultando in future opportunità di successo e in un maggior senso di benessere personale (Gravemeijer et al., 2016).

Per comprendere e integrare i diversi fattori che intervengono nello sviluppo di abilità matematiche, sono stati sviluppati dei modelli teorici che hanno tentato di spiegare i meccanismi

che supportano tale apprendimento. Tra questi, è importante distinguere tra i modelli neurocognitivi e i modelli di sviluppo.

I modelli neurocognitivi, hanno l'obiettivo di individuare delle componenti cognitive specifiche e i correlati neurali che supportano le abilità numeriche, risultando utili in ambito clinico e diagnostico. Un esempio è il Modello del Triplo Codice (Dehaene, 1992) che suggerisce l'esistenza di tre sistemi di elaborazione numerica: il primo di tipo quantitativo basato su rappresentazioni non verbali e non simboliche, il secondo di tipo verbale e il terzo di tipo visivo; tali sistemi interagiscono e supportano l'apprendimento di competenze matematiche.

Invece, i modelli di sviluppo si focalizzano su come le abilità matematiche si evolvono nel tempo, considerando l'interazione tra fattori biologici, cognitivi e sociali. Essi offrono degli spunti applicativi e di lettura, utili soprattutto in ambito educativo. Per esempio, Piaget (1952) ha proposto una teoria tuttora molto influente sulle diverse fasi che un individuo attraversa a partire dall'infanzia, ciascuna caratterizzata da modalità differenti di ragionamento e di pensiero. In particolare, la fase operativa concreta (tra i 7 e gli 11 anni) sarebbe fondamentale per il successivo sviluppo di abilità matematiche; durante questa fase i bambini apprendono a svolgere operazioni, tra le quali l'addizione e la sottrazione, con l'aiuto di un supporto concreto per poi passare nel corso della fase successiva, denominata operativa formale, ad un ragionamento più astratto. Ancora, il Modello a Componenti Multiple (Geary, 2004) sottolinea come lo sviluppo di abilità matematiche avvenga a partire dall'interazione tra fattori appresi, come il calcolo formale, e fattori innati come il senso del numero.

Nei paragrafi successivi, verranno approfondite le componenti alla base dello sviluppo di competenze numeriche con il supporto di modelli teorici di riferimento; inoltre, verranno trattate le abilità specifiche del calcolo a mente e del calcolo scritto, e le tecniche di valutazione adottate, in funzione di scopi diversi.

1.2 I precursori dell'apprendimento matematico

L'acquisizione di competenze matematiche è un percorso che inizia già nelle prime fasi di vita di un individuo ed è strettamente connessa sia alla maturazione dei processi cognitivi, sia alla presenza di un ambiente educativo che ne supporti lo sviluppo (Bernabini et al., 2020). Nel tentativo di delineare una comprensione più ampia di come si arriva ad apprendere competenze matematiche, può risultare utile fare riferimento a modelli teorici integrati, che offrono una visione in grado di coniugare le diverse tappe evolutive del bambino e i processi neurocognitivi coinvolti. Tra questi modelli, appare rilevante il Modello Triadico di LeFevre (2010), il quale ipotizza l'esistenza di tre precursori cognitivi, fondamentali per l'acquisizione di competenze matematiche sia in fase prescolare che durante l'istruzione formale: il percorso linguistico, quello visuo-spaziale e quello quantitativo. Nel dettaglio, ciascuno di essi è associato ad alcune competenze numeriche precoci, sulle quali si strutturano successivamente competenze matematiche più complesse. In particolare, il sistema linguistico risulta fondamentale per l'acquisizione di un sistema numerico simbolico. Il sistema quantitativo, invece, è necessario per apprendere come processare grandezze numeriche. Infine, l'attenzione spaziale svolge un ruolo importante per lo sviluppo di diverse abilità sia numeriche che matematiche più avanzate. Tali componenti cognitive sono coinvolte in modo diverso, sulla base del tipo di attività matematica affrontata. Ad esempio, il sistema linguistico incide maggiormente sulla capacità di denominare i numeri presentati sotto forma di cifra; invece, il sistema quantitativo è coinvolto nel confronto di grandezze diverse; l'attenzione spaziale, infine, supporta diverse competenze matematiche, incluso l'apprendimento di misurazioni geometriche (LeFevre, 2010). Il Modello Triadico consente inoltre di osservare l'interazione tra abilità dominio generali quali, per esempio, le abilità linguistiche, visuo-spaziali e quantitative, e le abilità dominio specifiche quale, per esempio, la conoscenza dei numeri cardinali, nel sostenere l'acquisizione di abilità matematiche nel bambino. Di fatto, le abilità dominio-generalì includono delle capacità cognitive trasversali che supportano l'apprendimento

in vari ambiti, non solo quello matematico. Invece, le abilità dominio specifiche comprendono competenze strettamente legate all'ambito matematico e vengono apprese principalmente durante il percorso scolastico di un individuo e grazie alle interazioni con l'ambiente circostante. Pertanto, questo modello evidenzia la peculiare complessità dell'acquisizione di abilità matematiche, in cui concorrono sia abilità generali che specifiche.

Di seguito verranno discussi più approfonditamente ciascuno di questi due domini. Per quanto riguarda le abilità dominio generali, ci si concentra sull'approfondimento dei fattori di tipo cognitivo.

1.2.1 Le abilità dominio generali

Le abilità dominio generali comprendono diversi aspetti che influenzano in maniera trasversale l'apprendimento in molteplici aree, tra cui la matematica. Tra queste troviamo, per esempio, fattori cognitivi, fattori emotivi e motivazionali, il ruolo del contesto educativo e del supporto parentale. Alcuni studi, ipotizzano che la relazione tra apprendimento della matematica e abilità dominio generali sarebbe bidirezionale: pertanto, acquisire nuove conoscenze in ambito matematico potrebbe implementare alcune abilità dominio generali (Cowan et al., 2018). Le abilità cognitive dominio generali che svolgono un ruolo importante per l'apprendimento matematico comprendono, per esempio, le funzioni esecutive e la velocità di elaborazione; nello specifico, tra le funzioni esecutive è fondamentale il contributo della memoria di lavoro.

Le funzioni esecutive possono essere considerate un concetto multidimensionale riferito a un insieme di processi cognitivi di controllo, implicati nella regolazione del comportamento e del pensiero (Diamond, 2013). Esse risultano fondamentali per l'apprendimento e l'esecuzione di compiti matematici. In particolare, la memoria di lavoro può essere definita come l'abilità di mantenere e processare informazioni rilevanti dirette ad uno scopo (Baddeley, 2000). Esiste uniformità di pareri circa il fatto che la memoria di lavoro svolga un ruolo importante

nell'apprendimento di abilità matematiche, poiché consente di gestire più informazioni contemporaneamente, come numeri e passaggi procedurali favorendo, per esempio, la risoluzione di problemi o il calcolo mentale. Come riportato in letteratura, le componenti verbale e visuospatiale della memoria di lavoro contribuiscono nello specifico a sostenere lo sviluppo di abilità matematiche dall'infanzia all'età adulta; in particolare, il supporto della memoria di lavoro visuospatiale tende ad aumentare con l'età, mentre diminuisce il contributo della componente verbale (Zhang, Tolmie & Gordon, 2023).

Un ulteriore aspetto rilevante è rappresentato dalla velocità di elaborazione, definita come la rapidità nello svolgimento di un compito cognitivo. Essa svolge un ruolo specifico nei calcoli matematici a mente, più che nelle operazioni di calcolo scritto e in alcuni studi appare influenzare le abilità matematiche in modo indipendente dalla memoria di lavoro (Fuchs et al., 2006). Nel prossimo paragrafo verranno approfondite le abilità dominio specifiche.

1.2.2 Le abilità dominio specifiche

Le abilità dominio specifiche riguardano competenze strettamente legate ad un ambito di apprendimento, in questo caso quello matematico. Nello specifico, sono comprese principalmente competenze quali: la stima della numerosità e il confronto di quantità numeriche, l'apprendimento del conteggio e delle relative strategie, la capacità di recuperare fatti numerici come il risultato di semplici operazioni, abilità di calcolo.

Come riportato in letteratura, la capacità di acquisire competenze aritmetiche sarebbe innata. Lo sviluppo di abilità matematiche avviene a partire dall'acquisizione del senso di numerosità di oggetti (Butterworth, 2005). Alcuni studi hanno dimostrato che, già dai primi mesi di vita, l'essere umano sarebbe in grado di stimare delle quantità dando prova di possedere un senso innato del numero, a livello preverbale. Questa capacità si basa sul Sistema di Numero Approssimato (Aproximate Number System, ANS), che permette di ottenere una stima

approssimativa della numerosità senza doversi affidare a simboli numerici. Non solo, questa capacità precoce sarebbe predittiva delle abilità matematiche successive (Brannon et al., 2013). Uno studio di Hyde e Spelke (2011), ha individuato due componenti distinte dell'ANS: una localizzata nelle aree occipito-temporali sensibile alle piccole quantità, ed una situata nelle aree parietali posteriori e sensibile alle quantità più grandi.

Nell'apprendimento di abilità matematiche, le abilità dominio generali interagiscono con quelle dominio-specifiche, contribuendo allo sviluppo specifico di una rappresentazione numerica interna che sostiene successivamente l'acquisizione di competenze matematiche più complesse (Geary, 2011). Un contributo rilevante in questo ambito è offerto da Michael von Aster e Ruth Shalev (2007), i quali hanno proposto un modello a quattro fasi che descrive l'evoluzione della concezione numerica di base nel bambino, prerequisito fondamentale per l'acquisizione successiva di competenze matematiche. La prima fase riguarda la rappresentazione del valore numerico o cardinalità, un'abilità considerata innata e che rappresenta il prerequisito fondamentale affinché il bambino impari successivamente ad associare una quantità percepita ad un numero. La seconda fase vede l'acquisizione da parte del bambino della capacità di associare numeri verbali e quantità, mentre la terza fase corrisponde all'acquisizione e utilizzo dei numeri scritti. Queste fasi sono dei prerequisiti necessari al fine di consentire, nel corso della quarta fase, lo sviluppo di una rappresentazione mentale dei numeri che permette di svolgere calcoli mentali e di risolvere problemi aritmetici. Ognuna di queste fasi è sostenuta da una specifica area cerebrale e la loro progressione vede un corrispettivo incremento della capacità della memoria di lavoro (Shalev & Von Aster, 2007).

Per concludere, l'acquisizione di abilità dominio-specifiche basata sulla strutturazione di una rappresentazione numerica, fornisce una solida base cognitiva per supportare l'apprendimento di abilità matematiche più avanzate, come quelle di calcolo.

1.3 Le abilità del calcolo

Le abilità di calcolo rappresentano una componente fondamentale tra le competenze matematiche di base e si sviluppano grazie all'interazione tra diversi fattori cognitivi tra i quali, per esempio, abilità visuospatiali e memoria di lavoro. Un modello riconosciuto per la comprensione delle abilità di calcolo è il modello di apprendimento della matematica proposto da Geary (2004), il quale ha esaminato bambini con difficoltà nell'acquisizione di competenze aritmetiche, individuando i possibili deficit cognitivi sottostanti e suggerendo di intervenire per potenziare le aree cognitive compromesse. Secondo l'autore, l'apprendimento della matematica viene supportato da competenze concettuali che favoriscono la comprensione di argomenti matematici, e procedurali, che consentono l'effettiva soluzione di problemi aritmetici. Le competenze concettuali e procedurali sarebbero sostenute da diversi sistemi cognitivi e dai rispettivi correlati neurali. In particolare, il sistema esecutivo centrale e la memoria di lavoro, nelle sue componenti linguistica e visuospatial, sarebbero i principali sistemi cognitivi coinvolti nelle competenze che supportano l'apprendimento della matematica, tra cui anche le abilità di calcolo. L'autore, inoltre, distingue tre possibili tipologie di deficit che possono comportare una difficoltà nella comprensione e nell'apprendimento di abilità matematiche: deficit procedurali, deficit della memoria semantica e deficit della memoria visuospatial. Un loro approfondimento può risultare utile al fine di osservare il contributo specifico di ogni componente. Nel dettaglio, i deficit procedurali fanno riferimento a possibili carenze a livello di memoria di lavoro che si manifestano, nei bambini con difficoltà in matematica, con un numero superiore di errori nell'applicazione di procedure aritmetiche, come il conteggio o il calcolo, rispetto ad un campione di riferimento normativo. I deficit della memoria semantica comporterebbero invece un numero superiore di errori rispetto a conoscenze aritmetiche più consolidate che richiedono un recupero dalla memoria a lungo termine. Infine, i deficit nella memoria visuospatial possono comportare delle carenze

nella gestione di alcuni aspetti quali, per esempio, la rappresentazione mentale di una successione numerica (Geary, 2004).

Un ulteriore contributo rilevante per la comprensione delle abilità di calcolo è il modello proposto da McCloskey e colleghi (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985). Questo modello è stato elaborato prendendo in esame soggetti con discalculia acquisita in seguito a lesioni cerebrali, al fine di rilevare quali sono i processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione numerica in condizioni normali. Le persone con discalculia acquisita presentavano difficoltà di diverso tipo, per esempio non riuscivano a produrre verbalmente o per iscritto una cifra richiesta. Pertanto, sulla base di osservazioni condotte su questi soggetti, McCloskey ha ipotizzato che l'elaborazione numerica abbia una struttura modulare in cui concorrono diverse componenti cognitive. Le componenti principali sarebbero tre, in particolare: il meccanismo di comprensione numerica, il meccanismo di produzione numerica e il meccanismo di calcolo. Nel dettaglio, il meccanismo di comprensione numerica ha la funzione di convertire input numerici in rappresentazioni semantiche astratte, da utilizzare eventualmente in compiti cognitivi, quale per esempio quello di calcolo. Invece, il meccanismo di produzione numerica traduce tali rappresentazioni in forme adeguate di output. Le rappresentazioni numeriche interne forniscono dei riferimenti astratti di quantità specifiche. McCloskey, propone una distinzione ulteriore della comprensione e produzione numerica dividendola tra meccanismi che si occupano di comprendere un numero scritto in cifre e altri che si occupano di comprendere un numero scritto a parole. Rispetto alla comprensione e produzione verbale di numeri, ulteriore distinzione viene fatta tra elaborazione lessicale e sintattica: la prima si riferisce alla comprensione o produzione di singoli elementi di un numero, mentre la seconda fa riferimento alla relazione tra elementi per comprendere o produrre un numero completo. All'interno dei meccanismi che si occupano dell'elaborazione lessicale, McCloskey distingue un meccanismo di elaborazione fonologica e uno di elaborazione grafemica. Infine, McCloskey parla del meccanismo di calcolo, che richiede dei processi cognitivi più specifici per l'aritmetica, non

coinvolti nella comprensione e produzione numerica. In particolare, sottolinea come per eseguire dei calcoli sia necessario l'intervento di una combinazione di abilità, tra cui la comprensione dei simboli delle operazioni, il recupero di fatti aritmetici come, ad esempio, le tabelline e lo svolgimento delle specifiche procedure operative. Per concludere, tale modello mette dunque in luce una distinzione tra calcolo a mente e calcolo scritto, evidenziando come i due processi si basino su strategie e risorse cognitive differenti.

Nel paragrafo seguente, verrà approfondito il calcolo a mente, con un focus sui meccanismi cognitivi che ne supportano l'esecuzione.

1.3.1 Le abilità di calcolo a mente

Le abilità di calcolo a mente rappresentano un'acquisizione fondamentale nell'ampio dominio delle abilità matematiche. Esse si basano su alcuni meccanismi cognitivi innati, ma il loro pieno sviluppo dipende dall'interazione con un'adeguata stimolazione ambientale e, in particolare, dall'istruzione matematica. Nello specifico, lo sviluppo di abilità di calcolo a mente avviene in maniera progressiva a partire da una capacità innata nell'individuo di stima delle quantità senza l'utilizzo di simboli numerici. Tale abilità viene definita Sistema di Numero Approssimato (Approximate Number System, ANS); in seguito, grazie all'interazione con l'ambiente e all'istruzione formale, i bambini acquisiscono delle competenze numeriche precoci che includono delle abilità iniziali di conteggio (Siegler & Opfer, 2018). Questo suggerisce che, sebbene nell'essere umano esistano delle capacità innate rispetto alla stima numerica, lo sviluppo di abilità di calcolo a mente necessita di essere implementato attraverso l'esperienza e l'istruzione. L'apprendimento formale di competenze legate al calcolo a mente, favorisce una progressiva automatizzazione delle strategie impiegate e del recupero di operazioni basilari, o fatti numerici; questi aspetti rappresentano una base per la successiva acquisizione di abilità procedurali che supportano il calcolo scritto.

La memoria di lavoro, intesa come capacità di trattenere e manipolare l'informazione, svolge un ruolo cruciale in attività di calcolo a mente. In particolare, diversi studi si sono occupati di indagare il coinvolgimento specifico della memoria di lavoro semantica (Fuchs et al., 2005) e della memoria di lavoro visuospatiale, quest'ultima considerata soprattutto come possibile predittore di competenze matematiche (Geary & Li, 2013). In particolare, Clearman e colleghi (2017) hanno dimostrato, attraverso una serie di 6 esperimenti, che entrambe le componenti della memoria di lavoro contribuiscono in larga parte al processo di calcolo a mente. Nel dettaglio, i risultati avrebbero mostrato un significativo coinvolgimento di entrambi i domini della memoria di lavoro, con un'interazione più significativa tra calcolo a mente e memoria di lavoro visuospatiale rispetto a quella verbale, sottolineando il ruolo fondamentale delle rappresentazioni spaziali nella risoluzione del computo mentale.

Le abilità del calcolo a mente si differenziano, si integrano e si evolvono nel contesto del calcolo scritto che implica l'impiego di strategie più formalizzate, e che verrà approfondito nel paragrafo successivo.

1.3.2 Le abilità di calcolo scritto

L'abilità di calcolo scritto è strettamente legata all'utilizzo di un sistema simbolico. Per comprendere questo passaggio, può essere utile fare riferimento alla teoria di Hierbert (1988), il quale descrive una sequenza di cinque processi cognitivi che permettono di apprendere come utilizzare e impiegare i simboli matematici scritti. Nel dettaglio, la prima fase riguarda la connessione dei simboli con i rispettivi referenti concreti; nel corso di questa fase i bambini apprendono la corrispondenza tra un simbolo matematico, per esempio i numeri e i simboli delle operazioni, e una quantità. Tale conoscenza viene supportata principalmente da esperienze di vita quotidiana, per esempio attraverso la manipolazione di oggetti concreti. La seconda fase comprende l'acquisizione di procedure operative, ovvero l'apprendimento di regole necessarie per

manipolare i simboli; nel concreto, il bambino comincia a svolgere operazioni quali per esempio l'addizione o la sottrazione. Queste prime due fasi permettono ai bambini di familiarizzare con i simboli e le operazioni basilari. La terza fase riguarda la comprensione e l'elaborazione delle regole apprese, affinché possano essere applicate in diversi contesti. In sintesi, inizialmente il bambino comprende il significato dei simboli utilizzati in matematica e impara a collegarli alle rispettive quantità; successivamente, apprende le regole che permettono di svolgere le operazioni matematiche, per esempio applicando l'allineamento posizionale delle cifre. Tali conoscenze procedurali vengono elaborate e applicate a diverse attività. Ogni fase diviene automatizzata attraverso la ripetizione: le abilità apprese si consolidano ed entrano a far parte dell'insieme di conoscenze dello studente. Infine, l'ultima fase riguarda la riflessione astratta e si riferisce al consolidarsi di nuove conoscenze che si strutturano integrandosi e collegandosi a quelle precedenti, permettendo di esplorare argomenti matematici con un grado crescente di complessità (Hierbert, 1988).

Sebbene la capacità degli esseri umani di stimare quantità emerga precocemente nello sviluppo (Brannon et al., 2013), l'abilità di eseguire calcoli seguendo regole formali progredisce con la maturazione dei processi attentivi e grazie all'istruzione scolastica. In particolare, i processi attentivi sembrano svolgere un ruolo importante nel sostenere l'apprendimento del calcolo scritto, con un particolare coinvolgimento a carico di alcune funzioni cognitive quali il mantenimento del focus attentivo, attenzione selettiva e la pianificazione. Tuttavia, tali processi sarebbero fondamentali soprattutto nei primi anni del percorso scolastico. Successivamente, in seguito al consolidarsi dei processi di calcolo, questi divengono automatici e richiedono un minore impiego delle risorse attentive (LeFevre & Kulak, 1994).

La comprensione delle fasi di sviluppo del calcolo a mente e scritto risulta funzionale anche per la valutazione delle abilità di calcolo, la quale può essere uno strumento efficace al fine di individuare eventuali difficoltà precoci.

1.4 La valutazione delle abilità di calcolo

Le abilità di calcolo si sviluppano progressivamente nel corso dei primi anni di formazione scolastica. Una loro attenta valutazione può essere legata a scopi diversi, ma in generale consente di supportare efficacemente gli studenti nel percorso formativo. Nello specifico, possiamo distinguere la valutazione condotta in ambito educativo, quella di tipo clinico e la valutazione nella ricerca, in termini di screening.

La valutazione delle competenze in ambito scolastico viene svolta dagli insegnanti e ha l'obiettivo di accertare le conoscenze acquisite dagli studenti durante le attività didattiche, al fine di garantire un livello di formazione che permette di accedere ai gradi successivi dell'istruzione scolastica. Tale valutazione si basa prevalentemente su prove che indagano le competenze degli studenti di una classe sulla base della fascia d'età e degli argomenti trattati, coerentemente con gli obiettivi educativi perseguiti.

La valutazione delle abilità di calcolo in ambito clinico si propone invece di indagare eventuali difficoltà di apprendimento, che possono essere legate a diversi fattori quali, per esempio, lo sviluppo cognitivo, l'influenza di fattori emotivi o variabili ambientali. A tale scopo, alcuni autori hanno elaborato degli strumenti che indagano le competenze numeriche e di calcolo, considerando principalmente i fattori cognitivi che supportano tali abilità. Tra questi si fa riferimento, per esempio, alla batteria AC-MT 6-11 (Cornoldi et al., 2002), AC-MT 11-14 (Cornoldi, 2003), BIN 4-6 (Lucangeli, Molin, Poli, 2007). I parametri osservati con l'utilizzo di questi strumenti standardizzati riguardano soprattutto le abilità di calcolo scritto e orale, in particolare la velocità e l'accuratezza nell'esecuzione di operazioni, oltre alle capacità di problem solving.

Infine, la valutazione nell'ambito della ricerca permette di implementare interventi educativi a seconda delle esigenze o di offrire strumenti di lettura per comprendere e supportare al meglio gli studenti all'interno del contesto scolastico. In particolare, vengono utilizzate delle prove

create ad hoc o delle batterie già esistenti, a seconda degli obiettivi dello studio; in generale, vengono valutate soprattutto l'accuratezza delle risposte e la rapidità nell'esecuzione di operazioni aritmetiche. Le abilità sottostanti a tali parametri sono diverse e comprendono, ad esempio, l'accesso a fatti numerici, quali i risultati di semplici operazioni o la capacità di eseguire calcoli a mente.

La comprensione delle componenti cognitive che influenzano l'accuratezza e la fluenza nei compiti matematici è essenziale per insegnanti ed educatori in quanto consente di supportare l'apprendimento delle abilità di calcolo. In particolare, conoscere il legame tra lo sviluppo cognitivo e l'apprendimento di concetti matematici consente di adattare i metodi didattici migliorando l'intervento educativo. Un ulteriore supporto nell'insegnamento della materia viene attualmente fornito anche dall'utilizzo della tecnologia, che mette a disposizione strumenti di diverso tipo per favorire un'esperienza che rispetta i ritmi personali di apprendimento (Vasuki et al., 2016). Risulta fondamentale conoscere e considerare anche la possibile influenza di alcuni fattori individuali tra cui, per esempio, aspetti emotivi-motivazionali o fattori socio-culturali che possono essere di ostacolo nel percorso di apprendimento e vanno pertanto valutati per favorire un equo coinvolgimento degli studenti (Vasuki et al., 2016). Nello specifico, la conoscenza dei fattori emotivi e motivazionali che possono influenzare l'apprendimento della matematica risulta importante per costruire un ambiente sicuro in cui gli studenti possono sentirsi accompagnati nel loro percorso, con la possibilità di sbagliare senza sentirsi inadeguati.

Nel prossimo capitolo verranno approfonditi nello specifico alcuni di questi fattori individuali che possono influenzare in modo negativo o positivo il successo scolastico matematico degli studenti.

CAPITOLO 2. Fattori emotivi e motivazionali

2.1 Introduzione

L'apprendimento della matematica è influenzato da molteplici fattori, oltre a quelli cognitivi, che possono supportare lo studente o, al contrario, ostacolare il suo rendimento scolastico (Mammarella, 2023). Tali fattori si possono distinguere in fattori ambientali (contestuali e sociali) e individuali. I primi comprendono, ad esempio, elementi legati al contesto scolastico, come le strategie educative impiegate per favorire l'apprendimento, le competenze specifiche degli insegnanti nell'accompagnare gli studenti alla comprensione della matematica e la loro capacità di rispondere ai bisogni educativi degli studenti. I fattori individuali, contrariamente, includono diversi aspetti tra cui, per esempio, risorse cognitive, fattori emotivi e motivazionali del singolo studente. Come riportato in letteratura, i fattori emotivi, come ad esempio l'ansia, e motivazionali, come la percezione di controllo e di competenza, hanno un ruolo importante nell'influenzare le attitudini verso la matematica, contribuendo ad un peggioramento o ad un miglioramento della prestazione (Levine & Pantoja, 2021).

Nel corso del Novecento gli studi sull'apprendimento della matematica si sono concentrati prevalentemente su fattori cognitivi, trascurando quelli affettivi e motivazionali. L'interesse scientifico per questi ultimi è andato aumentando tra l'ultimo decennio del Novecento e l'inizio degli anni Duemila (Pekrun et al., 2023). Sebbene le risorse cognitive siano fondamentali per la comprensione della materia, anche i fattori emotivi svolgono un ruolo importante. Come riportato in letteratura, l'apprendimento della matematica è particolarmente influenzato dai fattori emotivi, i quali influiscono notevolmente su diversi aspetti tra cui, per esempio, il modo in cui gli studenti processano le informazioni, l'attenzione e la partecipazione attiva (Pekrun et al., 2002). Tali fattori comprendono le diverse emozioni, positive e negative, che gli studenti possono sperimentare durante l'apprendimento; tra queste, particolare attenzione è stata dedicata al ruolo dell'ansia generale e dell'ansia specifica per la matematica, arrivando a concludere che possono ostacolare

il rendimento nella materia, rendendolo più gravoso e risultando in una percezione più negativa dell'esperienza di apprendimento (Maloney & Beilock, 2012).

I fattori motivazionali, invece, si riferiscono a dinamiche psicologiche che orientano la direzione, l'intensità e la persistenza del comportamento di una persona in vista di un obiettivo da perseguire (Wigfield et al., 2021). Essi vengono ampiamente trattati in letteratura, con diverse teorizzazioni anche in relazione all'ambito educativo. Tra i principali riferimenti teorici, si ricordano la Teoria dell'Aspettativa-Valore (EVC; Expectancy-Value Theory; Eccles & Wigfield, 2002) e la Teoria dell'Autoefficacia (Bandura, 2003). Sebbene ciascun modello si distingua per l'importanza accordata a specifici fattori, nel complesso esse descrivono come la motivazione venga supportata da aspetti quali, per esempio, l'aspettativa di avere successo nell'attività svolta, il valore attribuito al compito e la percezione di competenza. Tali aspetti possono facilitare l'emergere di emozioni positive che supportano lo studente nell'esperienza di apprendimento, favorendo un maggior coinvolgimento.

Pertanto, risulta importante sottolineare come i fattori emotivi e motivazionali possono influenzare in modo complesso e non sempre lineare il rendimento in matematica; tale complessità è evidenziata in letteratura, dove si sottolinea come fattori solitamente considerati di rischio, quali l'ansia, non sono associati in modo univoco a una riduzione della prestazione; allo stesso modo, non sempre fattori generalmente considerati protettivi, come la percezione di controllo, sono in una relazione positiva con il rendimento (Pekrun et al., 2023). Pertanto, può essere utile per la ricerca futura continuare ad esplorare la dinamica complessa tra variabili emotive, motivazionali e la prestazione in matematica. Inoltre, allo stato attuale esiste un'ampia letteratura che considera l'influenza di queste variabili in adolescenti e adulti, mentre risultano esserci ancora poche evidenze in una popolazione più giovane.

La matematica può essere percepita da molti studenti come una disciplina impegnativa, che può generare stati d'animo, spesso negativi, collegati al suo apprendimento. Questo accade

soprattutto in quanto richiede il coinvolgimento di un numero rilevante di risorse cognitive, oltre all'impiego di diversi processi logici e di ragionamento astratto (Amland et al., 2025). Poiché ogni studente può disporre di tali risorse in misura diversa sulla base di differenze individuali come, per esempio, il livello di maturazione dei processi cognitivi e le capacità attentive, l'impegno richiesto nell'apprendimento della materia può variare da persona a persona. In questo scenario, i fattori emotivi e motivazionali possono modulare l'attivazione e l'impiego di risorse personali, contribuendo a ostacolare o facilitare la prestazione matematica (Caviola et al., 2022). A questo proposito, nel presente capitolo verrà approfondito il ruolo dell'ansia, sia in termini generali sia nella sua forma specifica legata alla matematica, come fattore emotivo che può compromettere la prestazione, e della percezione di controllo quale fattore motivazionale che può favorire un'esperienza di apprendimento positiva.

2.2 Ansia generale

2.2.1 Definizione e caratteristiche

L'ansia è un costrutto psicologico ampiamente studiato in letteratura. Un primo riferimento teorico è rintracciabile in Freud, dal quale viene descritta come uno stato mentale legato a un senso di pericolo imminente, che deriva da una minaccia concreta o percepita (Freud, 1936). Attualmente possiamo distinguere tra forme di ansia transitoria, e condizioni psicopatologiche come i disturbi d'ansia riportati nei manuali diagnostici. In particolare, il DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition) descrive il disturbo d'ansia generalizzata (GAD; Generalized Anxiety Disorder) come una condizione caratterizzata da una preoccupazione eccessiva, difficile da controllare e persistente nel tempo, di fronte ad un evento minaccioso reale o percepito. Tuttavia, provare ansia non implica necessariamente una condizione patologica. In molti casi, l'ansia può essere una risposta normale e adattiva di fronte ad alcune situazioni stressanti, ad esempio un esame o un sovraccarico di impegni. Non solo, provare ansia può in certe

situazioni favorire la messa in atto di strategie funzionali per far fronte a una criticità (Walkenhorst & Crowe, 2009).

L'ansia generalizzata si può manifestare con un'elevata preoccupazione e paura nel far fronte alle attività quotidiane tra cui, per esempio, quelle scolastiche. In ambito educativo, sperimentare notevoli sensazioni di ansia può compromettere in primo luogo il benessere dello studente, generando un senso maggiore di affaticamento, irritabilità, disturbi del sonno e difficoltà di concentrazione (Zhang, Dimitriou & Halstead, 2021). Questa compromissione può portare in ultima battuta anche ad un peggioramento del rendimento scolastico, alimentando nuove paure e preoccupazioni. La tendenza a sperimentare ansia generalizzata cambia nel corso dello sviluppo, con una maggiore diffusione in adolescenza ed età adulta, rispetto all'infanzia (Dowker et al., 2016).

In questo contesto, un modello teorico riconosciuto di lettura del disturbo d'ansia generalizzata è fornito dall'approccio cognitivo-comportamentale (Holmes et al., 2014). Secondo questo modello, la sintomatologia ansiosa viene attivata e mantenuta da una modalità cognitiva disfunzionale, caratterizzata da tre processi: bias cognitivi impliciti, stile di pensiero verbale e difficoltà nella regolazione del focus attentivo. Il primo aspetto riguarda la tendenza ad interpretare negativamente i possibili esiti di una situazione. Invece, lo stile di pensiero verbale si riferisce ad una modalità di pensiero caratterizzata da un dialogo interiore che alimenta continue preoccupazioni; infine, questo modello riconosce il ruolo del focus attentivo nel mantenimento del disturbo d'ansia generalizzata. Infatti, gli individui che ne soffrono sperimentano una difficoltà nel distogliere l'attenzione dalle loro preoccupazioni per concentrarsi sull'attività che stanno svolgendo (Hirsch et al., 2019).

L'ansia può presentarsi come uno stato emotivo intenso e transitorio legato a situazioni specifiche, oppure caratterizzare in modo più stabile la personalità di un individuo. A questo proposito può essere utile distinguere tra ansia di tratto e ansia di stato (Spielberger, 1985). L'ansia

di tratto riguarda un aspetto che caratterizza un individuo in modo continuativo, manifestandosi come una modalità consolidata di percepire certe situazioni come minacciose e di reagire di conseguenza con preoccupazione. L'ansia di stato, invece, si riferisce a una modalità contingente di risposta a situazioni percepite come una minaccia, caratterizzata da un'elevata attivazione del sistema nervoso simpatico. Alcuni studi avrebbero dimostrato come esse si distinguono a livello neurobiologico, con l'attivazione di aree corticali e sottocorticali in parte diverse (De Pisapia et al., 2020). Allo stato attuale della ricerca non c'è pieno accordo sul fatto che ansia di tratto e ansia di stato rappresentino o meno due costrutti diversi. Alcuni autori sottolineano come si tratti di due costrutti multidimensionali distinti tra loro; altri, tra i quali Spielberger, che per primo ha distinto le due dimensioni di ansia di tratto e ansia di stato, le considerano parte del medesimo costrutto unidimensionale dell'ansia, che le include entrambe (Spielberger, 1985).

2.2.2 Differenze di genere

Il periodo che va dalla fine dell'infanzia alla tarda adolescenza è ricco di cambiamenti significativi. Tra questi, il passaggio dalla scuola primaria alla scuola secondaria, lo sviluppo cognitivo e le trasformazioni ormonali; tali cambiamenti si verificano in un periodo di tempo limitato rendendo questa fase di vita particolarmente stressante, soprattutto per alcune persone. A questo proposito, si registra un notevole aumento dei problemi psicologici, tra cui quelli d'ansia, con alcune differenze legate al genere (Fuligni & Telzer, 2013). In particolare, durante l'adolescenza le ragazze tendono a riportare livelli superiori di ansia generale rispetto ai coetanei maschi; inoltre, se nei maschi tali livelli tendono a mantenersi stabili nel tempo, le femmine riportano una leggera diminuzione nel corso dell'adolescenza (Vannucci et al., 2017). Come riportato in letteratura, i livelli di ansia generale tendono a seguire delle traiettorie di sviluppo che si modificano nel tempo in base a una combinazione di fattori ambientali e individuali. Nel dettaglio, alcuni fattori individuali quali, per esempio, una predisposizione temperamentale o

ambientali quale può essere uno stile educativo iperprotettivo, possono contribuire allo sviluppo e al mantenimento di un livello elevato di ansia generalizzata nell'adolescente. La sintomatologia ansiosa può essere circoscritta al periodo adolescenziale oppure potrebbe persistere anche successivamente, nel corso dell'età adulta, compromettendo notevolmente la qualità di vita di un individuo (Beesdo et al., 2009). In particolare, l'ansia generalizzata può portare nel tempo all'evitamento di contesti e situazioni che innescano una sintomatologia ansiosa, come alcune discipline scolastiche, tra cui la matematica. Pertanto, risulta fondamentale riconoscere eventuali segnali di rischio, in modo tale che questa condizione non risulti determinante nel limitare le scelte di vita e di carriera di un individuo.

2.2.3 Relazione tra ansia generale e prestazione in matematica

L'ansia generale può interferire con le normali attività di vita quotidiana, tra cui quelle scolastiche. Infatti, il contesto educativo può mettere in difficoltà alcuni individui in quanto richiede un certo tipo di prestazione; tale richiesta può essere vissuta da alcuni studenti come una minaccia o una fonte di preoccupazione, soprattutto in relazione a materie che richiedono uno sforzo cognitivo, logico e di ragionamento importante, come la matematica (Commodari & La Rosa, 2021). In questi casi, l'ansia generale può incrementare la preoccupazione e l'apprensione con cui uno studente si avvicina allo studio della matematica, con un effetto negativo sul rendimento in questa materia. La relazione negativa tra ansia generale e prestazione in matematica è stata ampiamente documentata in letteratura (Carey et al., 2017; Pellizzoni et al., 2021).

Per quelle che sono le attuali conoscenze, l'ansia generale può costituire un fattore di rischio per lo studente sotto diversi punti di vista. In primo luogo, può predisporre a forme specifiche di ansia accademica, tra cui l'ansia per la matematica, caratterizzata da uno stato di intensa preoccupazione riferita alla materia. Come riportato in letteratura, l'ansia generale e l'ansia per la matematica, pur rappresentando due costrutti distinti e non sovrapponibili, sono in stretta relazione tra loro

(Luttenberger, Wimmer & Paechter, 2018). Inoltre, sperimentare una sintomatologia ansiosa può compromettere il benessere dello studente in relazione all'ambiente scolastico, influenzando anche le scelte accademiche successive (Cuder et al., 2024). Nel caso specifico della matematica, lo studente potrebbe evitare di scegliere per il suo futuro una carriera che includa contenuti di tipo matematico. Infine, per quanto riguarda la prestazione in matematica, sperimentare sintomi ansiosi può compromettere l'utilizzo delle risorse cognitive richieste per lo svolgimento di compiti matematici. Nel dettaglio, le intense preoccupazioni e i pensieri associati ad uno stato ansioso possono sovraccaricare la memoria di lavoro, ostacolando l'elaborazione delle informazioni numeriche e risultando in una prestazione inferiore (Ashcraft & Kirk, 2001). Comprendere il ruolo di variabili emotive, tra cui l'ansia generale, può essere fondamentale per disporre di una visione globale dell'esperienza scolastica che favorisce una valutazione attenta e un eventuale intervento a supporto delle esigenze specifiche di ogni studente.

2.3 Ansia per la matematica

2.3.1 Definizione e caratteristiche

Il costrutto di ansia per la matematica fa riferimento ad una reazione affettiva negativa verso situazioni che coinvolgono numeri e attività aritmetiche in generale; tale condizione si manifesta attraverso una sensazione di tensione e disagio, che può interferire con lo svolgimento di compiti matematici (Richardson & Suinn, 1972). L'ansia per la matematica è stata ampiamente studiata, già a partire dalla metà del secolo scorso; può presentarsi sia in situazioni ordinarie, ad esempio nella gestione del bilancio familiare, sia in situazioni accademiche formali, come durante lo svolgimento di una prova importante (Dowker, Sarkar & Looi, 2016). Le manifestazioni individuali possono variare da una leggera frustrazione ad una reazione emotiva e fisiologica intensa, che comprende per esempio il pianto, l'aumento della sudorazione e della frequenza cardiaca (Ashraft & Moore, 2009). Questa forma di ansia è ampiamente diffusa e inizia a

manifestarsi soprattutto a partire dal termine della scuola primaria e con l'inizio della scuola secondaria (Carey et al., 2016). Alcuni fattori genetici e ambientali sembrano essere coinvolti nello sviluppo di ansia per la matematica. Nel dettaglio, i fattori genetici riguardano una predisposizione individuale a sperimentare paura e ansia in diversi contesti, con una correlazione moderata con l'ansia generale (Wang et al., 2014). I fattori ambientali, invece, fanno riferimento al contesto a cui è esposto un bambino, incluse aspettative genitoriali elevate, qualità dell'insegnamento matematico, livello di preparazione e atteggiamento degli insegnanti, che possono incidere sullo sviluppo di forme di ansia specifiche, tra cui l'ansia per la matematica (Petrill et al., 2014). Sperimentare questa condizione sembra essere associato ad attitudini negative verso la matematica e attività ad essa collegate; nel dettaglio, le persone che sperimentano livelli elevati di ansia per la matematica sembrano adottare un atteggiamento di evitamento della materia. Questo aspetto può riflettersi in un minore coinvolgimento, impegno e motivazione nello svolgimento di attività matematiche. Nel complesso, le persone che sperimentano ansia per la matematica tendono in generale ad evitare, per quanto possibile, attività che coinvolgono materie scientifiche, con un impatto negativo sull'apprendimento a breve termine e sulle scelte accademiche e di carriera future (Cuder et al., 2024). Dunque, questa condizione può compromettere il benessere individuale come risultato di un'esperienza di apprendimento negativa; inoltre, potrebbe limitare le scelte personali rispetto a percorsi accademici che comprendono materie scientifiche come la matematica.

2.3.2 Differenze di genere

Sebbene alcuni studi documentino come l'ansia per la matematica sia presente sia tra la popolazione maschile che femminile, esistono evidenze che testimoniano come sia maggiormente diffusa tra il genere femminile (Karimi & Venkatesan, 2009). Inoltre, tale differenza tende ad aumentare con l'età e il grado di istruzione (Wu et al., 2012; Hill et al., 2016). In generale, come evidenziato in precedenza, l'ansia per la matematica spesso è in relazione con un rendimento

inferiore nella materia; tale effetto sarebbe riscontrabile in misura maggiore nelle femmine rispetto ai maschi e un ruolo importante a questo proposito è ricoperto dall'azione sociale indiretta degli stereotipi di genere. Nonostante le ragazze abbiano le stesse possibilità di riuscita in matematica dei ragazzi, è una concezione comune ritenere che le materie scientifiche, tra cui la matematica, vengano svolte con profitto migliore dai maschi. Tale convinzione può influenzare negativamente la percezione di competenza nelle ragazze e contribuire all'aumento dell'ansia per la matematica (Goetz et al., 2013). Studi recenti hanno dimostrato che l'effetto di queste componenti sarebbe distinto tra maschi e femmine. Infatti, se nella popolazione femminile questi fattori aumentano l'ansia per la matematica e influenzano negativamente il rendimento nella materia, nella popolazione maschile l'effetto sarebbe contrario, con una riduzione dell'impatto dell'ansia e una prestazione migliore (Cipora et al., 2022).

Per concludere, le evidenze attualmente presenti in letteratura sottolineano come esista una differenza di genere nell'impatto dell'ansia per la matematica, con un effetto sulla prestazione. Pertanto, può essere importante conoscere il diverso ruolo di questi fattori nel genere maschile e femminile, soprattutto in riferimento agli stereotipi e al relativo impatto sull'ansia per la matematica e sulla prestazione. Questo può favorire un coinvolgimento più equo di maschi e femmine nell'apprendimento della materia, nel rispetto delle personali inclinazioni.

2.3.3 Relazione tra ansia per la matematica e prestazione

L'ansia per la matematica può influenzare negativamente il benessere di uno studente durante l'esperienza di apprendimento, e può rappresentare un ostacolo ad un rendimento soddisfacente, che rifletta le effettive competenze possedute (Dowker, Sarkar & Looi, 2016). Un aspetto centrale riguarda il ruolo svolto dai fattori cognitivi, in particolare dalla memoria di lavoro, nel supportare la prestazione in matematica. Nel dettaglio, la maggior parte dei compiti matematici coinvolge strettamente la memoria di lavoro, che si occupa di mantenere e manipolare uno stimolo

per un tempo limitato. A questo proposito, l'ansia per la matematica interferisce con questo processo: parte delle risorse cognitive utili alla risoluzione di un compito sono impiegate nell'elaborazione di pensieri e preoccupazioni relative al compito stesso. Pertanto, l'efficacia nella soluzione di attività aritmetiche risulta compromessa (Ashcraft & Krause, 2007).

Tuttavia, in letteratura, alcuni studi evidenziano risultati contrastanti in merito alla relazione tra ansia per la matematica e prestazione. Molti autori si sono chiesti se l'ansia per la matematica causasse una prestazione inferiore nella materia o se, al contrario, un rendimento carente in matematica potesse alimentare l'ansia verso la materia. Sono stati dunque elaborati alcuni modelli teorici che hanno tentato di spiegare la relazione tra i due fattori e i principali sono: Deficit Theory, Debilitating Anxiety Model, Reciprocal Theory. La Deficit Theory si basa sull'evidenza per cui bambini con disabilità nell'apprendimento della matematica riporterebbero livelli molto elevati di ansia per la matematica. Di conseguenza, tale modello sottolinea come le scarse competenze sarebbero predittive di un livello maggiore di ansia per la matematica, ed è supportato da studi longitudinali che evidenziano come il rendimento di uno studente sia in relazione con il livello di ansia per la matematica riportato l'anno successivo (Ma & Xu, 2004). Il Debilitating Anxiety Model, invece, spiega uno scarso rendimento in matematica come il risultato dell'interferenza da parte dell'ansia nell'efficienza della memoria di lavoro, durante lo svolgimento di un compito. Infine, la Reciprocal Theory suggerisce un'influenza bidirezionale tra ansia per la matematica e prestazione, secondo cui i due costrutti si rinforzano negativamente a vicenda (Devine et al., 2016). Più di recente, Ramirez, Shaw e Maloney (2018) hanno proposto una teoria denominata "Interpretation Account" che mira a superare le controversie sulla relazione tra ansia per la matematica e prestazione. Secondo questa prospettiva, l'ansia per la matematica è legata al modo in cui gli studenti interpretano precedenti esperienze collegate alla materia, soprattutto in relazione ai risultati ottenuti. A questo proposito, l'approccio richiama alcuni principi della terapia cognitivo comportamentale, secondo cui modificare i pensieri e le

interpretazioni disfunzionali degli eventi, può contribuire a modificare gli stati affettivi e le attitudini.

In sintesi, è auspicabile continuare ad approfondire la relazione tra ansia per la matematica e prestazione, per comprendere meglio la complessa dinamica che li lega. Questo può favorire interventi mirati al miglioramento dell'esperienza di apprendimento e della prestazione in matematica.

2.4 Percezione di controllo

2.4.1 Definizione e caratteristiche

La percezione di controllo può essere definita come la convinzione di un individuo di poter determinare i propri stati interni, i propri comportamenti, di poter influenzare l'ambiente e di poter ottenere i risultati desiderati (Wallston et al., 1987). Tale costrutto è stato oggetto di numerose teorizzazioni ed è stato individuato come una caratteristica psicologica che favorisce un adattamento positivo all'ambiente e agli eventi esterni; si compone di due fattori, ovvero la credenza nella propria capacità di controllo e la credenza nella capacità di controllare minacce o eventi (Mardiyono et al., 2011). Il concetto di percezione di controllo affonda le sue radici nella teoria di Rotter relativa al locus of control (1966) che descrive come la relazione percepita tra il comportamento individuale e il risultato può essere attribuita a fattori esterni o interni alla persona. Quando il risultato ottenuto da un'azione viene considerato derivante principalmente dall'intervento di forze esterne, come il caso o la fortuna, allora si parla di controllo esterno; quando, invece, una persona percepisce che il risultato è strettamente legato al comportamento attuato e a sue caratteristiche permanenti, allora si parla di controllo interno. La percezione di controllo si distingue dal controllo oggettivo, che riguarda le reali possibilità di intervenire sugli eventi. Dal punto di vista psicologico, la percezione di controllo assume una grande rilevanza dal momento che permette di influenzare i processi emotivi, motivazionali e le decisioni

comportamentali. Pertanto, essa può influire positivamente sul benessere individuale e può migliorare l'adattamento alle condizioni esterne in diversi contesti, tra cui per esempio quello accademico (Respondek et al., 2017).

In ambito educativo, la percezione di controllo è stata ampiamente approfondita come fattore che riguarda una disposizione psicologica degli studenti basata sulla credenza di possedere le abilità e gli attributi personali utili al raggiungimento del successo accademico (Putwain & Aveyard, 2018). In particolare, un'elevata percezione di controllo sarebbe in relazione con un maggior coinvolgimento e motivazione, minore tasso di stress e voti più alti (Perry et al., 2001). In ambito educativo, la percezione di controllo può essere influenzata da diversi fattori, tra cui un ambiente scolastico supportivo in cui prevalgono relazioni positive con insegnanti e con i pari, uno stile attributivo interno che porta la persona ad attribuire successi o fallimenti a cause interne come l'impegno personale, abilità di gestione del tempo, adozione di strategie di studio efficaci (Wang et al., 2024; Agarwal et al., 2024). Pertanto, risulta importante sottolineare come la percezione di controllo sia un costrutto che permette di affrontare al meglio le sfide che si possono presentare in ambito educativo, favorendo un'esperienza più positiva del processo di apprendimento, che garantisce un maggior senso di benessere personale.

2.4.2 Differenze di genere

La percezione di controllo risente dell'influenza legata al genere, in particolare per quanto riguarda lo stile attributivo dei propri successi o fallimenti accademici. Nel dettaglio, alcuni studi riportano come, già a partire dalla scuola primaria, le femmine sembrano attribuire le ragioni del loro successo accademico a fattori esterni, ad esempio il caso o la fortuna; invece, i maschi sembrano attribuire maggiormente le ragioni dei loro successi accademici ad abilità intrinseche e stabili (Weiner, 1985). Di conseguenza, le femmine tendono a percepire una minore possibilità di influenzare direttamente la propria prestazione rispetto ai maschi.

Un fattore che influenza notevolmente questa differenza ha a che vedere con gli stereotipi di genere. Alcuni studi hanno dimostrato come, già a partire dai 5-7 anni, l'attivazione dell'identità di genere può influenzare la prestazione in matematica (Galdi, Cadinu & Tomasetto, 2014). Nel dettaglio, uno studio di Gunderson e colleghi (2011) ha dimostrato che le femmine, la cui identità di genere veniva resa saliente attraverso un compito specifico, ottenevano un rendimento inferiore in attività matematiche rispetto ad un gruppo di controllo. Al contrario, maschi la cui identità di genere veniva attivata, mostravano una performance migliore in compiti matematici rispetto ad un gruppo di controllo. Tuttavia, con l'aumentare dell'età e del grado di istruzione, la percezione di controllo tende a diventare progressivamente più interna, sia per i maschi che per le femmine. Questo cambiamento si riflette in una maggiore tendenza ad attribuire successi e insuccessi a fattori personali, come l'impegno e le capacità, piuttosto che a fattori esterni, come il caso o la fortuna. Tale evoluzione è favorita dallo sviluppo cognitivo e dall'accumularsi di esperienze scolastiche, che rafforzano la consapevolezza di poter influenzare i risultati delle proprie prestazioni; questo aspetto permette di sperimentare un maggior coinvolgimento nelle attività, con effetti positivi sulla prestazione in matematica (Eccles, 1987; Siddiquah, 2019). In sintesi, l'età e il genere svolgono un ruolo influente nella percezione di controllo individuale, con effetti sulla motivazione con cui viene affrontato l'apprendimento della matematica.

2.4.3 Relazione tra percezione di controllo e prestazione in matematica

La percezione di controllo può rappresentare un'utile risorsa per lo studente nell'apprendimento e nella prestazione in matematica; essa riguarda la percezione individuale della relazione tra il proprio comportamento e il rendimento nella materia. Nel dettaglio, la percezione di controllo in matematica si riferisce alla convinzione di possedere le abilità utili ad ottenere un buon rendimento nella disciplina (d'Ailly, 2003). Questo costrutto è stato ampiamente studiato e, come riportato in letteratura, tende ad essere associato ad un maggior coinvolgimento e

motivazione nell'apprendimento della matematica, oltre che ad una prestazione migliore (Fernández-Villaverde et al., 2015; Putwain & Wood, 2022).

La percezione di controllo è un costrutto che fa parte di diverse teorizzazioni volte ad approfondire i fattori che possono migliorare l'esperienza di apprendimento, in particolare in discipline più complesse come la matematica. Tra queste, un ruolo centrale è occupato dalla Control-Value Theory (CVT; Pekrun, 2006). Questa teoria illustra come due distinti gruppi di valutazioni, svolgono un ruolo centrale per le emozioni legate al successo scolastico, che a loro volta influenzano il coinvolgimento e la prestazione. Nel dettaglio, le valutazioni comprendono da un lato il controllo percepito sull'attività di apprendimento e sul relativo esito, ad esempio l'aspettativa di riuscire a perseverare nello studio, e che questo porti ad un buon risultato; dall'altro, il valore soggettivo attribuito alle attività svolte e ai relativi risultati. Quando uno studente percepisce un certo grado di controllo sull'attività che sta svolgendo e le attribuisce un valore personale, potranno emergere emozioni positive, quali l'interesse e la speranza, che favoriscono un maggior coinvolgimento e migliorano la prestazione. Al contrario, quando viene percepito un basso livello di controllo rispetto ad un'attività e non le viene attribuito valore sul piano personale, possono emergere stati affettivi negativi, quali ansia e frustrazione, con ricadute sul benessere scolastico e sulla prestazione. Pertanto, la CVT può essere utilizzata come strumento in ambito educativo per leggere le situazioni che favoriscono l'emergere di emozioni positive e negative, per osservare come tali emozioni influenzano l'impegno e il rendimento e per implementare interventi che possano migliorare il benessere nel contesto scolastico. Alcune discipline, tra cui la matematica, richiedono uno sforzo cognitivo e di ragionamento rilevante, per cui possono risultare particolarmente sfidanti per molti studenti, portandoli a sperimentare emozioni di noia, frustrazione, demotivazione (Shoenherr, Pekrun & Schukajlow, 2025). In tale contesto, può essere utile favorire la percezione di controllo per aiutare gli studenti ad affrontare eventuali difficoltà con efficacia e migliorando l'esperienza di apprendimento complessiva (Pekrun, 2024).

Il prossimo capitolo approfondirà lo studio effettuato, descrivendo nel dettaglio gli strumenti impiegati per rilevare le competenze matematiche e le variabili indagate.

CAPITOLO 3: Il metodo

3.1 Le ipotesi

La presente ricerca si inserisce all'interno di un progetto più ampio volto a indagare la relazione tra fattori emotivi e motivazionali e la prestazione in matematica. In particolare, l'obiettivo di questo studio è di approfondire la relazione tra aspetti emotivi negativi, come forme di ansia generale e ansia specifica per la matematica, e aspetti motivazionali positivi come la percezione di controllo, nonché la loro associazione con la prestazione in matematica, in un campione di studenti della scuola secondaria di primo grado.

Come riportato in letteratura, durante l'apprendimento gli studenti possono sperimentare emozioni sia positive che negative, le quali influiscono non solo sul rendimento scolastico, ma anche sul loro benessere psicologico e sulle successive scelte accademiche (Hili Eidlin-Levy et al., 2023; Cuder et al., 2024). In questo contesto si colloca la Control-Value Theory (CVT) di Pekrun (2006), che evidenzia come le emozioni sperimentate in ambito scolastico derivino principalmente da due valutazioni cognitive: la percezione di controllo sull'attività, riferita a quanto uno studente percepisce di poter influenzare l'esito di un compito, e il valore attribuito allo stesso, ovvero quanto il compito viene considerato utile e importante per i propri obiettivi. In particolare, la percezione di avere un certo grado di controllo sull'esito del compito e il valore attribuito allo stesso, possono mitigare gli effetti delle emozioni negative supportando gli studenti nella prestazione e favorendo un maggiore benessere in ambito scolastico (Pekrun, 2006). La percezione di controllo è strettamente collegata al concetto di autoefficacia teorizzato da Bandura (1997), secondo cui la convinzione di essere in grado di affrontare e portare a termine un compito può favorire migliori prestazioni scolastiche e un maggior benessere soggettivo. Di conseguenza, conoscere l'impatto di variabili negative, come l'ansia, e di variabili protettive, come invece la percezione di controllo, può rappresentare una leva importante per promuovere un apprendimento

efficace, soprattutto in discipline spesso percepite dagli studenti come più complesse, tra cui per esempio la matematica.

Tra le emozioni negative sperimentate dagli studenti nel contesto scolastico, l'ansia è stata ampiamente studiata in relazione ai processi di apprendimento (Pekrun et al., 2002). Gli studi presenti in letteratura evidenziano come l'ansia generale presenti una relazione negativa con la prestazione matematica (Fritz e Orbach, 2022), che aumenta con l'età ed è maggiormente diffusa tra le ragazze (Vos et al., 2023). Pertanto, una prima ipotesi del presente studio mira a confermare la relazione negativa esistente tra ansia generale e prestazione in matematica (Alvarez, Svraka & Szucs, 2024).

L'ansia generale è stata identificata come un potenziale fattore di rischio per lo sviluppo di forme specifiche di ansia scolastica, tra cui l'ansia per la matematica (Carey et al., 2017; Mammarella et al., 2018). Tra le emozioni collegate specificamente all'ambiente scolastico, l'ansia per la matematica influenza negativamente la prestazione in questa materia (Caviola et al., 2022). Pertanto, la seconda ipotesi vuole confermare l'azione negativa dell'ansia per la matematica sulla prestazione dello studente.

Oltre ai fattori che possono ostacolare il rendimento in matematica, esistono tuttavia variabili che possono supportare la riuscita scolastica dello studente. Tra queste, la percezione di controllo è stata individuata come un fattore motivazionale protettivo, capace di favorire un'esperienza positiva durante l'apprendimento (Putwain et al., 2018). La terza ipotesi dello studio vuole dunque confermare la relazione positiva tra percezione di controllo e prestazione in matematica.

La quarta ipotesi, invece, ha l'obiettivo di indagare le relazioni reciproche tra ansia generale, ansia per la matematica e percezione di controllo. Sulla base delle evidenze in letteratura, ci si aspetta che l'ansia generale, l'ansia per la matematica e la percezione di controllo

interagiscano reciprocamente in maniera negativa (Putwain & Wood, 2022; Szucs & Toffalini, 2023).

La quinta e sesta ipotesi, infine, intendono approfondire il ruolo dell'ansia generale e della percezione di controllo come rispettivi fattori di rischio e di protezione nella relazione tra ansia per la matematica e prestazione. Nello specifico, si intende indagare il ruolo di predittori delle variabili considerate, con un focus specifico sull'ansia generale e la percezione di controllo, ipotizzando un loro ruolo di moderatori. Dalle evidenze presenti in letteratura, l'ansia generale appare avere un effetto indiretto sull'ansia per la matematica, influenzando negativamente la prestazione nella materia (Szczygieł, 2020). Mentre, una maggiore percezione soggettiva di controllo è associata a livelli inferiori di ansia per la matematica (Szucs & Toffalini, 2023), suggerendo come la percezione di controllo possa moderare positivamente l'impatto dell'ansia per la matematica sulla prestazione stessa.

3.2 Il campione

La ricerca ha ottenuto l'approvazione da parte del Comitato etico di Psicologia dell'Università degli Studi di Padova. In tutto sono state coinvolte quattro scuole secondarie di primo grado del Comune di Padova, per un totale di otto classi, suddivise tra classi prime e seconde secondarie di primo grado. In particolare, hanno aderito alla presente ricerca una scuola del quartiere Mortise e una del quartiere Torre, ciascuna con la partecipazione di due classi; inoltre, hanno preso parte una scuola situata nel quartiere Cadoneghe e una della zona di Saccolongo, rispettivamente con tre classi ed una classe coinvolte (Tabella 3.2).

Tabella 3.2. Scuole, classi e alunni aderenti al progetto

| Quartiere | Classi | Alunni |
|------------------|---------------|---------------|
| Mortise | 1^G | 18 |
| | 2^A | 13 |
| Torre | 1^C | 12 |
| | 2^C | 11 |
| Cadoneghe | 1^A | 28 |
| | 2^A | 20 |
| | 2^B | 20 |
| Saccolongo | 1^B | 14 |

Un primo contatto con gli istituti che hanno aderito alla presente ricerca, ha visto l'invio di una lettera di presentazione del progetto ai rispettivi dirigenti, che lo hanno in seguito approvato. Dopodiché, si è proceduto con l'invio di un consenso informato e di un'informativa per il trattamento dei dati personali ai genitori degli alunni. Prima dell'inizio della raccolta dati sono stati ritirati i moduli del consenso informato e dell'informativa firmati dai genitori. In seguito, hanno partecipato alla presente ricerca complessivamente 134 bambini, di età compresa tra gli 11 e i 13 anni, di cui 72 frequentanti la classe prima e 62 frequentanti la classe seconda della Scuola Secondaria di primo grado. L'età media dei partecipanti è di 145.06 mesi ($SD = 6.45$). Nel campione sono presenti 66 maschi di età media pari a 144.94 mesi ($SD = 6.90$) e 69 femmine di età media pari a 145.17 mesi ($SD = 6.05$). Sono stati esclusi dalle analisi studenti con disabilità certificate.

3.3 La procedura

La presente ricerca fa parte di un progetto più ampio ma, per le finalità di questo studio, verranno considerate solo alcune delle variabili indagate. La raccolta dati si è svolta durante il secondo quadrimestre dell'anno scolastico 2024/2025, tra Febbraio e Marzo. Durante questo arco temporale è stato programmato un incontro con ogni classe partecipante. In particolare, con il supporto degli insegnanti di riferimento di ogni scuola, sono state organizzate le date e gli orari degli incontri per le singole classi. Durante ogni sessione, i bambini di ogni classe sono stati suddivisi in gruppi di 5, per rendere più agevole la gestione delle attività. Ogni gruppo ha partecipato all'attività per un'ora al massimo e, mentre un gruppo era coinvolto nell'attività, gli altri alunni restavano in aula con un'insegnante, impegnandosi in compiti alternativi selezionati a discrezione del docente. Prima dell'inizio della raccolta dati, sono stati creati dei codici alfanumerici per ogni singolo partecipante, in modo tale da garantire l'anonimato e il rispetto della privacy, sia durante la somministrazione, sia durante la fase di trattamento dei dati. Le attività sono state svolte interamente al computer, nell'aula informatica della scuola ospitante o in un'aula dedicata se la scuola era provvista di computer portatili.

Nello specifico, è stato richiesto ai partecipanti di svolgere una prova interamente computerizzata che comprendeva dei questionari e dei compiti di matematica. Prima di ogni attività sono state illustrate agli studenti le istruzioni, domandando a voce alta se risultassero per loro chiare. Nel dettaglio, prima di ogni questionario è stato chiesto loro di leggere con attenzione le affermazioni proposte e di indicare la risposta che ritenevano più vera per loro. Inoltre, è stato sottolineato come non esistessero risposte giuste o sbagliate, ognuno veniva invitato ad indicare l'affermazione che riteneva più rappresentativa della propria esperienza. Similmente, prima delle prove di matematica sono stati presentati agli studenti degli esempi per familiarizzare con il tipo di operazioni proposte e con la procedura di risposta.

Nello specifico, le prove svolte sono state le seguenti:

- Prove digitali create ad hoc di calcolo matematico e di fatti numerici;
- Questionario sul valore attribuito alla matematica (Value Scale; Putwain et al., 2018)
- Questionario sull'ansia specifica da test (Multidimensional Test Anxiety Scale; Putwain et al., 2021)
- Questionario sull'evitamento della matematica (Math Avoidance Scale; Conlon et al., 2022);
- Questionario sulla percezione di controllo in matematica (Perceived Control scale; Putwain et al., 2018);
- Questionario sull'ansia generale (Multidimensional Anxiety Scale for Children - Second Edition; Paloscia et al., 2017);
- Questionario sulla percezione di competenza in matematica (The Self-Perception Profile for Children; Harter, 2012);
- Questionario sull'ansia per la matematica (Abbreviated Math Anxiety Scale; Caviola et al., 2017).

Al fine di evitare un possibile effetto sui risultati ottenuti legato all'ordine di presentazione, sono stati creati due ordini diversi di somministrazione delle prove differenziati e controbilanciati (A e B). Ad ogni classe è stato sottoposto casualmente uno dei due ordini. Nel dettaglio, gli ordini presentati sono stati i seguenti:

- Ordine A: *Questionario sulla percezione di controllo in matematica, Calcolo a mente, Questionario sull'ansia per la matematica, Fatti matematici, Questionario sul valore attribuito alla matematica, Questionario sulla percezione di competenza in matematica, Questionario sull'ansia generale, Questionario sull'ansia specifica da test, Questionario sull'evitamento della matematica;*
- Ordine B: *Questionario sul valore attribuito alla matematica, Fatti matematici, Questionario sull'ansia per la matematica, Calcolo a mente, Questionario sulla percezione di controllo in matematica, Questionario sulla percezione di competenza in matematica, Questionario sull'ansia*

generale, Questionario sul valore attribuito alla matematica, Questionario sull'ansia specifica da test, Questionario sull'evitamento della matematica.

Nei paragrafi successivi verranno descritti nel dettaglio gli strumenti utilizzati per indagare gli obiettivi della presente ricerca. In particolare, verranno approfonditi: le prove di matematica, l'impiego della sottoscala per rilevare l'indice di ansia generale (Paloscia et al., 2017), il questionario sull'ansia per la matematica che indaga l'ansia specifica per la materia (Caviola et al., 2017), e la scala sulla percezione di controllo in matematica (Putwain et al., 2018).

3.4 Prove di matematica

Agli studenti sono stati sottoposti due tipi di prove di matematica, per approfondire la loro rapidità e accuratezza nello svolgere dei calcoli aritmetici e il recupero di conoscenze consolidate nella materia quali, per esempio, le tabelline. Nel dettaglio, gli studenti hanno svolto una prova di calcolo a mente e una di fatti matematici. Per entrambe le prove, le operazioni sono state create ad hoc per la presente ricerca e sono poi state implementate su interfaccia digitale tramite il programma Psychopy. Prima di ciascuna prova, sono stati proposti agli studenti due esempi al fine di chiarire sia la modalità di risposta sia il tipo di operazioni che avrebbero dovuto svolgere nel compito. Inoltre, è stato chiesto loro a voce alta se la procedura risultasse chiara e, in caso di necessità, gli esempi sono stati ripetuti per garantire la piena comprensione del compito. Le due prove sono strutturate in maniera analoga: nello specifico, le operazioni vengono presentate una alla volta per un tempo limitato al termine del quale gli studenti devono digitare la risposta usando la tastiera del computer. Di seguito verranno illustrate dettagliatamente le singole prove di matematica.

3.4.1 Calcolo a mente

La prova di calcolo a mente ha come obiettivo quello di indagare le abilità di calcolo a mente degli studenti, nonché le loro conoscenze e competenze nell'applicazione di strategie efficaci per svolgere le operazioni in un tempo limitato. In particolare, la prova si propone di indagare l'accuratezza e la rapidità degli studenti nell'esecuzione delle operazioni proposte.

La prova è composta da un totale di 24 operazioni, la cui complessità aumenta in progressione. In particolare, le prime operazioni proposte hanno una difficoltà inferiore e comprendono principalmente addizioni e sottrazioni con numeri naturali interi. Con il progredire della prova, vengono proposti calcoli di complessità crescente, incluse moltiplicazioni e divisioni, per concludere con l'introduzione di operazioni quali l'estrazione di radice e l'elevazione a potenza. Ogni item ha un tempo di presentazione pari a 20 secondi, al termine dei quali allo studente è richiesto di digitare la risposta utilizzando la tastiera del computer, ma solo dopo aver premuto la barra spaziatrice. A partire da quel momento, lo studente dispone di 15 secondi per completare l'inserimento della risposta, che deve poi essere confermata premendo il tasto "invio". Dopodiché, viene presentata in automatico l'operazione successiva. La durata massima prevista per la sezione di calcolo a mente è di 16 minuti complessivi. Per quanto concerne la modalità di scoring, è stata implementata in maniera automatica all'interno del software Psychopy. Nel dettaglio, è stato attribuito un punto per ogni risposta corretta e 0 punti per ogni risposta omessa o sbagliata. Il punteggio totale di ogni alunno, relativo alla prova di calcolo a mente, è stato ottenuto sommando il numero di risposte corrette. Un punteggio elevato in questa prova corrisponde a migliori prestazioni matematiche.

Figura 3.4. Esempio di item della prova di Calcolo a Mente

$$65 + 3^3 =$$

$$13 + 14 =$$

$$29 - 4 =$$

3.4.2 Fatti numerici

La sezione di fatti numerici ha lo scopo di approfondire le conoscenze di base di cui sono in possesso gli studenti tra cui, per esempio, tabelline e semplici operazioni di addizione e sottrazione che dovrebbero essere automatizzate. Tale abilità è stata indagata attraverso la somministrazione di operazioni delle quali, teoricamente, gli studenti avrebbero già dovuto conoscere il risultato senza fare calcoli.

La prova prevede un totale di 36 item di complessità crescente. La modalità di risposta è la medesima utilizzata per il calcolo a mente, con la differenza che in questa sezione ogni item viene presentato per 5 secondi, al termine dei quali lo studente ha a disposizione 10 secondi per digitare la risposta. Anche in questo caso, quando lo studente ha confermato la risposta, compare in automatico l'operazione successiva. Qualora lo studente non abbia prodotto alcuna risposta, allo scadere del tempo compare ugualmente l'operazione seguente. La durata complessiva prevista per questa sezione è di 9 minuti. Analogamente, la modalità di scoring automatica prevede l'attribuzione di un punto per ogni risposta corretta e 0 punti per ogni risposta omessa o sbagliata. Il punteggio totale di ogni alunno per questa prova è stato ottenuto sommando il numero di risposte corrette. Ad un elevato punteggio corrispondono maggiori abilità matematiche.

Figura 3.5. Esempio di item della prova di Fatti Matematici

$$7 \times 0 =$$

$$3 + 2 =$$

$$20 : 5 =$$

3.5 Questionari

Oltre alle prove di matematica, agli studenti è stato richiesto di compilare alcuni questionari self report, volti a rilevare aspetti emotivi e motivazionali caratterizzanti i loro atteggiamenti verso la matematica. Nel dettaglio, i fattori indagati per la presente ricerca sono stati quelli relativi all'ansia generale, all'ansia per la matematica e la percezione di controllo in matematica. Prima di ogni questionario, la consegna è stata letta a voce alta sottolineando come non esistessero risposte giuste o sbagliate ma come ognuno dovesse riferirsi alla propria esperienza per rispondere. Inoltre, gli studenti sono stati invitati a chiedere eventuali chiarimenti qualora alcuni aspetti non risultassero pienamente comprensibili. Per la compilazione dei questionari non era previsto un limite di tempo; gli studenti sono stati invitati a dedicare il tempo necessario per fornire risposte ponderate. Di seguito la descrizione dei questionari utilizzati per la presente ricerca.

3.5.1 Questionario sull'ansia generale

Un primo questionario utilizzato è volto ad indagare i livelli di ansia generale degli studenti. In particolare, è stata proposta la sottoscala denominata "Indice GAD" (Generalized Anxiety Disorder Index) tratta dal questionario "Multidimensional Anxiety Scale for Children - Second Edition" (MASC-2; Paloscia et al., 2017) rivolto a bambini e adolescenti dagli 8 ai 19 anni. La sottoscala GAD indaga quindi la presenza di esperienze emotive riconducibili ad una

manifestazione di ansia generale. Tale sottoscala è composta nel complesso da 10 item, ciascuno dei quali descrive situazioni, pensieri o emozioni, riportando una buona affidabilità interna dello strumento (Alpha di Cronbach = 0.84). Agli studenti è stato chiesto di indicare, per ciascuna frase del questionario, con quale frequenza tali esperienze si fossero verificate nelle ultime due settimane scegliendo tra le seguenti opzioni: “Mai”, “Raramente”, “Qualche volta”, “Spesso” (Figura 3.4). Per quanto concerne lo scoring, è stato calcolato su scala Likert, attribuendo 0 punti per ogni risposta “Mai”, 1 punto per ogni risposta “Raramente”, 2 punti per ogni risposta “Qualche volta” e 3 punti per ogni risposta “Spesso”. Il punteggio totale di ogni partecipante è stato quindi calcolato sommando i punteggi di ogni risposta. Gli studenti che riportano un punteggio più alto sono più inclini a sperimentare forme di ansia generale.

Figura 3.4. Esempi di item sottoscala del questionario sull’Ansia Generale

| Situazione | Mai | Raramente | Qualche volta | Spesso |
|---|-----|-----------|---------------|--------|
| 1. Mi sento agitato/a e nervoso/a | Mai | Raramente | Qualche volta | Spesso |
| 2. Mi preoccupa di poter fare cose stupide o imbarazzanti | Mai | Raramente | Qualche volta | Spesso |

3.5.2 Questionario sull’ansia per la matematica

Il secondo questionario utilizzato è invece denominato “Abbreviated Math Anxiety Scale” (AMAS; Caviola et al., 2017) e si propone di indagare l’ansia che provano i ragazzi per la matematica. Questa versione italiana è stata tradotta e validata a partire dalla sua versione originale di Hopko et al. (2003). Inoltre, è stata adattata specificamente per bambini di età compresa tra gli 8 e gli 11 anni (Caviola et al., 2017). Essa considera due fattori a cui corrispondono le relative sottoscale: l’ansia per l’apprendimento della matematica (Math Learning Anxiety) e l’ansia per i test di matematica (Math Testing Anxiety). In particolare, la

prima dimensione si riferisce all'ansia che può emergere nei momenti di apprendimento della matematica, come ad esempio durante una lezione di matematica a scuola. La seconda, invece, fa riferimento al disagio che uno studente potrebbe sperimentare in situazioni che implicano una valutazione delle loro prestazioni, come nel caso di un'interrogazione a sorpresa o di una verifica scritta di matematica. L'AMAS è composto da 9 item in totale, dei quali 5 compongono la sottoscala volta a rilevare l'ansia per l'apprendimento della matematica, e 4 la sottoscala per misurare l'ansia per i test di matematica. L'AMAS riporta un livello soddisfacente di consistenza interna, con un valore alfa pari a 0.77. Prima della compilazione del questionario sono state spiegate nel dettaglio le istruzioni: è stato chiesto agli studenti di immaginare di trovarsi nelle situazioni descritte in ciascuna delle frasi e di valutarle in termini di quanta paura avrebbero provato nell'evento specificato, scegliendo una risposta tra: "Molto poca", "Poca", "Moderata", "Abbastanza", "Molta". Il punteggio complessivo per ogni partecipante è calcolato su scala Likert a 5 punti, attribuendo 1 punto alla risposta "Molto poca", 2 punti alla risposta "Poca", 3 punti alla risposta "Moderata", 4 punti alla risposta "Abbastanza" e 5 punti alla risposta "Molta". Il punteggio massimo ottenibile è di 45 punti; punteggi più alti corrispondono a livelli maggiori di ansia per la matematica.

Figura 3.5. Esempi di item del questionario sull'Ansia per la Matematica

| 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 sulla Percezione di controllo in matematica

Il terzo questionario, infine, è stato il "Perceived Control Scale" (Putwain et al., 2018), utilizzato con l'obiettivo di approfondire la percezione di controllo che ogni studente ha riguardo

alla propria capacità di apprendere nuovi concetti matematici e di applicare tali conoscenze nella risoluzione di compiti in questa materia. Tale questionario è stato tradotto dall'inglese all'italiano e adattato per la presente ricerca. Prima di rispondere al questionario sono state illustrate ai partecipanti le istruzioni per rispondere, spiegando che le frasi riportavano pensieri e comportamenti che le persone possono mettere in atto pensando alla matematica; dopodiché, è stato chiesto loro di indicare il grado di accordo con ognuna delle 4 frasi, ricordando che non esistono risposte giuste o sbagliate ma che avrebbero dovuto rispondere esclusivamente sulla base della loro personale esperienza. La "Perceived Control Scale" (Putwain et al., 2018) comprende 4 item e il punteggio è stato attribuito su scala Likert assegnando 1 punto alla risposta "Fortemente in disaccordo", 2 punti alla risposta "Disaccordo", 3 punti alla risposta "Né d'accordo né in disaccordo", 4 punti alla risposta "D'accordo" e 5 punti alla risposta "Fortemente d'accordo". Il punteggio totale è stato quindi calcolato sommando le risposte fornite ai singoli item; punteggi più alti indicano una maggiore percezione di controllo verso la disciplina da parte dello studente.

Figura 3.6. Esempi di item del questionario sulla Percezione di Controllo in Matematica

| Situazione | Fortemente in disaccordo | Disaccordo | Né d'accordo né in disaccordo | D'accordo | Fortemente d'accordo |
|--|--------------------------|------------|-------------------------------|-----------|----------------------|
| 1. Se rispondo male ad una domanda/esercizio di matematica, sono in grado di comprendere cosa ho sbagliato | Fortemente in disaccordo | Disaccordo | Né d'accordo né in disaccordo | D'accordo | Fortemente d'accordo |
| 2. Sono sempre andato/a bene durante le lezioni di matematica | Fortemente in disaccordo | Disaccordo | Né d'accordo né in disaccordo | D'accordo | Fortemente d'accordo |

CAPITOLO 4. I Risultati

Lo scopo generale del presente studio è di indagare la relazione tra alcune variabili emotive, come l'ansia generale e l'ansia per la matematica, e motivazionali, quale la percezione di controllo, e la prestazione in matematica, in un campione di studenti di scuola secondaria di primo grado. In particolare, il primo obiettivo è di confermare la relazione negativa tra ansia generale e prestazione in matematica. Il secondo obiettivo dello studio, invece, è di confermare la relazione negativa tra una forma specifica di ansia accademica, ovvero l'ansia per la matematica, e la prestazione stessa. Per la terza ipotesi dello studio è stata considerata la percezione di controllo, con l'obiettivo di confermarne la relazione positiva con la prestazione in matematica. La quarta ipotesi, invece, è volta ad indagare le relazioni reciproche tra l'ansia generale, l'ansia per la matematica, e la percezione di controllo. Infine, la quinta e la sesta ipotesi hanno lo scopo di testare il ruolo dell'ansia generale e della percezione di controllo rispettivamente come fattore di rischio e di protezione nella relazione tra ansia per la matematica e prestazione.

Le analisi sono state condotte con il supporto del programma statistico JASP (JASP Team, 2024). Inizialmente, sono state svolte delle analisi di tipo descrittivo, mediante il calcolo della media (M) e deviazione standard (SD) delle due prove di matematica e dei punteggi dei questionari. In seguito, è stata calcolata la consistenza interna dei questionari utilizzati attraverso l'indice omega di McDonald (ω). Mentre, al fine di investigare le ipotesi della ricerca sono state condotte analisi delle correlazioni tra le variabili considerate nello studio ed è stato calcolato un modello di regressione lineare, testando sia gli effetti principali che di moderazione delle variabili incluse.

Nei paragrafi che seguono saranno riportate e descritte nel dettaglio le analisi effettuate.

4.1 Analisi descrittive

Inizialmente, sono state condotte delle analisi descrittive con l'obiettivo di comprendere la distribuzione dei punteggi, sia nelle prove di matematica che nei questionari. Per ciascuna prova di matematica è stato calcolato il punteggio di ogni partecipante sommando le risposte corrette; in seguito, è stato calcolato il punteggio composito dato dalla media dei punteggi ottenuti nelle due prove; infine, tale punteggio è stato standardizzato in punteggi z, per appianare eventuali differenze legate al livello scolastico e al tipo diverso di prova matematica. Nello specifico, sono stati calcolati dei punteggi z, utilizzando come riferimento la media e la deviazione standard del campione di riferimento sulla base del grado scolastico (prima e seconda media). Sono stati inoltre utilizzati dei questionari self-report per indagare aspetti emotivi e motivazionali che possono influenzare la prestazione in matematica; nello specifico, l'ansia generale, l'ansia per la matematica e la percezione di controllo; i punteggi riportati sono grezzi, ottenuti dalla somma dei punteggi di ogni partecipante. Nella Tabella 4.1 vengono riportate le statistiche descrittive, media e deviazione standard, del campione totale; nel dettaglio, tali statistiche fanno riferimento ai punteggi nelle due prove di matematica, al punteggio composito matematico e agli indici di ansia generale, ansia per la matematica e percezione di controllo.

Tabella 4.1. Statistiche descrittive delle prove di matematica e dei questionari

| | Calcolo a mente | Fatti numerici | Punteggio composito matematica | Ansia generale | Ansia per la matematica | Percezione di controllo |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Media | 16.41 | 25.84 | 21.13 | 13.16 | 24.81 | 13.78 |
| Deviazione Standard | 4.77 | 6.83 | 5.34 | 5.06 | 6.76 | 3.03 |

4.2 Validità interna dei questionari

Successivamente, prima di procedere con le analisi statistiche, dato che nella presente ricerca sono stati utilizzati tre diversi questionari, è stata controllata l'affidabilità interna degli

strumenti stessi. Per valutare la consistenza interna di ogni strumento utilizzato, ovvero per essere sicuri che gli item misurino effettivamente il costrutto in oggetto, è stato calcolato l'indice omega di McDonald ω di ogni questionario. Risulta preferibile l'utilizzo di questo indice rispetto ad altri, in quanto più accurato e con rischi inferiori di sottostima o sovrastima dell'affidabilità di uno strumento (Dunn et al., 2014). L'indice omega ω può assumere valori compresi tra 0 e 1; generalmente, si considerano accettabili valori uguali o superiori a 0.70.

Ansia generale

Per indagare i livelli di ansia generale riportati dagli studenti del campione, è stata utilizzata la sottoscala denominata "Indice GAD" tratta dal questionario MASC-2 (Paloscia et al., 2017). Il questionario riporta una consistenza interna dello strumento buona, con un valore omega ω pari a 0.72 [0.64; 0.78].

Ansia per la matematica

Il secondo questionario utilizzato è l'AMAS (Caviola et al., 2017), con l'obiettivo di rilevare l'ansia specifica per la matematica. L'omega ω di questo questionario risulta robusto, con un valore di 0.83 [0.78; 0.87].

Percezione di controllo in matematica

Infine, per valutare la percezione di controllo degli studenti nell'apprendimento della matematica è stato tradotto in italiano e adattato per la presente ricerca il "Perceived Control Scale" (Putwain et al., 2018). Il questionario riporta un valore adeguato omega ω pari a 0.78 [0.72; 0.83].

4.3 Correlazioni

Al fine di indagare le prime quattro ipotesi del presente studio, inerenti alle relazioni tra le variabili prese in considerazione, sono state condotte delle analisi di correlazione. La correlazione indica la presenza di una relazione tra due variabili e viene ampiamente utilizzata nella ricerca psicologica. Tale relazione è di tipo simmetrico: le variabili non si influenzano, ma al variare

dell'una, si registra una variazione dell'altra (Barbaranelli, 2007). Nel presente studio è stato utilizzato l'indice r di Pearson che stabilisce la direzione e l'entità della relazione tra due variabili; tale indice può assumere un valore compreso tra -1 e 1. Si considera forte una relazione che assume valori superiori a $|.50|$; si considera invece moderata, una relazione che assume valori compresi tra $|.30|$ e $|.50|$; infine, viene considerata debole una relazione con valori tra 0 e $|.30|$. Per ogni relazione viene riportato il p value che indica la significatività statistica ($se < .05$).

Nella Tabella 4.2 vengono riportate nello specifico le correlazioni tra le variabili di interesse. In particolare, si osserva l'esistenza di una relazione negativa, sebbene non statisticamente significativa, tra ansia generale e prestazione in matematica ($r = -0.04$). Allo stesso tempo, si evidenzia una relazione negativa debole e statisticamente significativa tra ansia per la matematica e prestazione ($r = -0.30, p < .001$). La percezione di controllo correla inoltre moderatamente e in senso positivo con la prestazione ($r = 0.36, p < .001$). Infine, si osserva una relazione statisticamente significativa, positiva, e quasi moderata tra i due costrutti di ansia generale e ansia per la matematica ($r = 0.38, p < .001$); invece, la relazione tra la percezione di controllo e l'ansia generale è orientata in senso negativo e risulta debole ($r = -0.27, p < .01$). Anche l'ansia per la matematica correla negativamente con la percezione di controllo: la relazione tra le due variabili è moderata e statisticamente significativa ($r = -0.5, p < .001$).

Tabella 4.2. Correlazioni tra le variabili indagate

| Variabili | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|-----------------|----------------|-----------------|----|
| 1. Punteggio composito di matematica | - | | | |
| 2. Ansia generale | -0.04 | - | | |
| 3. Ansia per la matematica | -0.30*** | 0.38*** | - | |
| 4. Percezione di controllo | 0.36*** | -0.27** | -0.48*** | - |

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

4.4 Regressione lineare

In conclusione, per testare le ultime due ipotesi di ricerca del presente studio, è stato condotto un modello di regressione lineare con effetti di interazione. Nello specifico, si voleva testare se l'ansia generale e la percezione di controllo potessero assumere il ruolo rispettivamente di fattori di rischio e di protezione, moderando la relazione tra ansia per la matematica e prestazione.

Il modello di regressione lineare è una tecnica statistica che permette di esaminare la relazione tra una o più variabili indipendenti e una variabile dipendente. Gli obiettivi possono essere principalmente di due tipi: esplicativo, ovvero volto a ponderare gli effetti della variabile indipendente sulla variabile dipendente, oppure predittivo, cioè rivolto all'individuazione di una combinazione di variabili indipendenti che predicano in modo ottimale il valore assunto dalla variabile dipendente (Barbaranelli, 2007). Nel presente studio, la prestazione in matematica rappresenta la variabile dipendente; le variabili indipendenti del modello sono l'età (espressa in mesi), l'ansia generale, l'ansia per la matematica e la percezione di controllo. Ansia generale e

percezione di controllo sono i due costrutti per i quali si indaga il ruolo di moderatori, che all'interno del modello verranno posti a interazione con l'ansia per la matematica.

Il modello adottato descrive dunque l'influenza di una terza variabile, il moderatore, nella relazione tra una variabile indipendente e una variabile dipendente; esso può modificare l'intensità e la direzione della relazione tra le due variabili di interesse (Baron & Kenny, 1986). A questo proposito, si parla di effetto principale quando si registra un effetto significativo a carico di un singolo predittore; invece, si parla di effetto di interazione quando si rileva l'effetto congiunto di due predittori.

Per interpretare le analisi, sono stati considerati diversi parametri, tra i quali il coefficiente di regressione beta standardizzato (β), per confrontare gli effetti tra variabili diverse; l'indice R^2 , che indica la proporzione di varianza spiegata dal modello e può assumere valori compresi tra 0 e 1; l'indice F che viene utilizzato per testare se il modello spiega un livello significativo di varianza della variabile dipendente; ed infine l'errore standard (SE), che è una misura della precisione della stima del coefficiente di regressione. Infine, l'indice t indica quanto il coefficiente è significativamente diverso da 0: più il valore è alto in termini assoluti, meno è probabile che il coefficiente sia pari a 0; il *p-value*, inoltre, quando inferiore a .05, indica che l'effetto è statisticamente significativo.

Nella Tabella 4.3 vengono riportati i risultati delle analisi alla luce del modello di regressione lineare con effetti di interazione. Nel complesso, il modello risulta significativo ($F(6, 126) = 4.43, p = <.001$) e spiega il 17% della varianza ($R^2 = 0.17$). Tuttavia, dai risultati emersi, si evidenzia come l'unica variabile significativa è rappresentata dalla percezione di controllo, il cui coefficiente β standardizzato è pari a 0.58 ($t = 2.01, p = 0.049$).

Tabella 4.3. Analisi di regressione lineare con moderazione

| | standardizzato | errore standard (SE) | t | p |
|------------------------------|----------------|----------------------|-------|--------------|
| Età in mesi | 0.04 | 0.01 | 0.44 | 0.65 |
| Ansia generale | -0.01 | 0.06 | -0.03 | 0.97 |
| Ansia per la matematica | 0.01 | 0.06 | 0.16 | 0.87 |
| Percezione di controllo | 0.58 | 0.01 | 2.01 | 0.049 |
| Ansia per la matematica * | | | | |
| Ansia generale | 0.18 | 0 | 0.43 | 0.66 |
| Ansia per la matematica * | | | | |
| Percezione di controllo | -0.33 | 0 | -1.02 | 0.31 |

Nel capitolo successivo seguirà una discussione dei risultati ottenuti nella presente ricerca, alla luce delle evidenze presenti in letteratura e con un'indicazione dei limiti e sviluppi futuri.

CAPITOLO 5. Discussioni

Il presente studio si è posto l'obiettivo di testare la relazione tra fattori emotivi negativi, quali l'ansia generale e l'ansia specifica per la matematica, e fattori motivazionali positivi quale la percezione di controllo, tra loro ed in relazione con la prestazione in matematica, in un campione di studenti della Scuola Secondaria di primo grado.

Le variabili analizzate sono state misurate tramite appositi questionari, ciascuno dei quali è risultato essere valido, riportando un indice di consistenza interna soddisfacente. Invece, per la prestazione matematica è stato calcolato un punteggio composito ottenuto dalla media dei risultati delle due prove ed utilizzato ai fini delle analisi, per considerare una misura unitaria. Le possibili relazioni tra queste variabili sono state precedentemente esplorate in numerosi studi, e i risultati della presente ricerca confermano, in larga parte, le evidenze riportate in letteratura.

Il primo obiettivo dello studio è stato quello di confermare la relazione negativa tra ansia generale e prestazione in matematica. Coerentemente con quanto riportato in letteratura (Pellizzoni et al., 2021; Alvarez, Svraka & Szucs, 2024) i risultati, ottenuti con un'analisi della correlazione, hanno confermato la direzione negativa di tale relazione, sebbene l'associazione non sia risultata essere significativa. Questo aspetto potrebbe essere ricondotto, in parte, all'età anagrafica del campione esaminato. Infatti, spesso la manifestazione di sintomi legati all'ansia generale inizia a presentarsi soprattutto a partire dall'adolescenza (Fulgini & Telzer, 2013). Di conseguenza, l'età preadolescenziale del campione esaminato potrebbe non riflettere un'elevata manifestazione di ansia generale, che dunque non influenza in modo significativo la prestazione in matematica.

Per quanto riguarda invece una forma di ansia più specifica, come l'ansia per la matematica, è stata confermata una relazione significativa, negativa e moderata con la prestazione nella materia. Questo dato supporta la seconda ipotesi confermando quanto riportato da evidenze precedenti, secondo cui l'ansia per la matematica influenza negativamente la prestazione accademica degli studenti in tale disciplina (Zhang, Zhao & Kong, 2019; Barroso et al., 2020).

La terza ipotesi della ricerca, invece, ha indagato la relazione tra percezione di controllo, in qualità di variabile protettiva, e la prestazione matematica. Nello specifico, i risultati emersi hanno confermato la presenza di una relazione significativa e positiva tra le due (Pekrun, 2006; Putwain, 2018). Questo dato sottolinea l'importanza di ampliare il focus di intervento in ambito educativo, favorendo negli studenti attitudini che possono migliorare, oltre alla prestazione, anche l'esperienza di apprendimento complessiva.

La letteratura mette in evidenza come gli studenti possono sperimentare diverse emozioni e atteggiamenti nel contesto scolastico, che interagiscono reciprocamente influenzando di conseguenza la prestazione (Eccles & Wigfield, 2002; Pekrun, 2010). Di fatto, la quarta ipotesi ha considerato, in particolare, la stretta relazione tra forme di ansia, tra cui l'ansia generale e l'ansia per la matematica, e la percezione di controllo. I risultati hanno confermato una relazione significativa tra le variabili d'interesse. In particolare, è emersa una relazione positiva, sebbene moderata, tra l'ansia generale e l'ansia per la matematica; indicando come studenti più inclini a sperimentare ansia generalizzata potrebbero essere più vulnerabili a forme di ansia accademica, come l'ansia per la matematica (Luttenberger, Wimmer & Paechter, 2018; Hart & Ganley, 2019). Invece, la percezione di controllo è risultata correlare negativamente con l'ansia generale e in modo più marcato con l'ansia per la matematica. Questo suggerisce che gli studenti che sperimentano livelli elevati di ansia in generale e soprattutto per la matematica, sono meno inclini a percepire di avere il controllo sull'apprendimento della disciplina, in linea con quanto riportato in letteratura (Szucs & Toffalini, 2023).

La quinta e la sesta ipotesi, invece, hanno indagato l'effetto congiunto dell'ansia e della percezione di controllo nel predire la prestazione in matematica. Nello specifico, sono stati indagati non solo gli effetti principali di tali fattori, ma anche il possibile ruolo moderatore dell'ansia generale e della percezione di controllo nella relazione tra ansia per la matematica e prestazione. Attraverso un modello di regressione lineare, controllando per l'età dei partecipanti, non sono stati

rilevati effetti di moderazione significativi, ad eccezione di un effetto principale della percezione di controllo. Tale risultato appare in linea con quanto riportato in letteratura, ed evidenzia il ruolo fondamentale della percezione di controllo nel predire la prestazione in matematica (Putwain & Wood, 2022). Di conseguenza, nella formulazione di un eventuale intervento educativo, può essere importante considerare un'azione mirata a favorire negli studenti una maggiore percezione di controllo intesa come consapevolezza di poter incidere direttamente sui risultati delle proprie prestazioni.

Limiti della ricerca e sviluppi futuri

Nella presente ricerca, sebbene quasi tutte le ipotesi siano state confermate, sono rintracciabili alcuni limiti da considerare.

In primo luogo, lo studio ha incluso diverse variabili che influiscono sulla prestazione in matematica, quali l'ansia generale, l'ansia per la matematica e la percezione di controllo; tuttavia, in accordo con quanto emerso in letteratura, l'apprendimento e il rendimento nella materia possono essere influenzati anche da ulteriori molteplici fattori. Tra questi, ad esempio, il coinvolgimento e lo stile genitoriale (Macmull & Ashkenazi, 2019; Wang & Wei, 2024) così come le strategie di apprendimento utilizzate dagli studenti (Wu et al., 2021). A questo proposito, potrebbe essere interessante includere, in ricerche future, anche alcuni fattori legati al contesto. Infatti, può essere importante cogliere l'influenza anche di questi fattori su aspetti emotivi e motivazionali, che di conseguenza possono avere ricadute sulle prestazioni matematiche finali degli studenti.

In secondo luogo, può essere utile approfondire come cambia il ruolo di fattori emotivi e motivazionali in relazione all'età e al grado scolastico, attraverso uno studio longitudinale. Infatti, come dimostrato da diversi studi, l'influenza di alcuni di questi aspetti sulla prestazione in matematica può variare durante il percorso scolastico (Passolunghi, Tomasetto & Cargnelutti, 2016; Zhang, Zhao & Kong, 2019). Un disegno di ricerca longitudinale permetterebbe di osservare

la variazione di queste dinamiche nel tempo, offrendo una panoramica più articolata legata allo sviluppo cognitivo ed emotivo degli studenti.

Infine, nel presente studio le variabili ansia generale e percezione di controllo sono state testate ipotizzando un loro ruolo di moderatori nella relazione tra ansia per la matematica e prestazione. Come è stato evidenziato, l'unico effetto significativo in termini di moderazione è stato quello della percezione di controllo. Potrebbe essere interessante indagare in ricerche future un loro ruolo di mediazione, anziché di moderazione. Tale analisi permetterebbe di spiegare meglio i meccanismi attraverso cui l'ansia generale e la percezione di controllo influenzano l'ansia per la matematica e, indirettamente, la prestazione. In particolare, mentre la moderazione permette di approfondire il ruolo di una variabile nell'influenzare l'intensità o la direzione della relazione tra due costrutti, la mediazione chiarisce in che modo due variabili sono collegate.

In sintesi, il presente studio ha confermato il ruolo di alcune variabili emotive, come l'ansia generale e l'ansia per la matematica, nell'influenzare negativamente la prestazione degli studenti. In particolare, sono state confermate le evidenze già presenti in letteratura relative alla relazione negativa tra ansia, generale e specifica per la matematica, e la prestazione nella materia. Allo stesso tempo, i dati hanno evidenziato il potenziale ruolo protettivo di alcune variabili, tra cui la percezione di controllo. Tali risultati offrono importanti implicazioni pratiche ed educative. Infatti, suggeriscono che per supportare il successo accademico degli studenti può essere utile implementare strategie educative che considerano il ruolo di risorse psicologiche positive. In particolare, oltre a trasmettere conoscenze pertinenti all'ambito matematico, è fondamentale potenziare negli studenti una maggiore percezione di controllo, e dunque una maggiore consapevolezza di poter influenzare direttamente i risultati delle proprie prestazioni. L'attenzione a questo aspetto può contribuire non solo al miglioramento delle prestazioni, ma anche ad un'esperienza di apprendimento più positiva e motivante. Infatti, può favorire l'attivazione di

risorse da parte degli studenti, tra cui per esempio un maggiore coinvolgimento nelle attività svolte e perseveranza nel superamento di eventuali ostacoli. Questi aspetti risultano pertanto cruciali soprattutto nell'apprendimento di discipline, come la matematica, che talvolta possono risultare particolarmente sfidanti.

BIBLIOGRAFIA

Agarwal, T., Tiwari, A., Biswal, M., Tyagi, S. (2024). Effect of locus of control on academic achievement. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 12.

American Psychiatric Association. (2014). *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali: DSM-5* (M. Biondi & G. Pasquini, Trad.; 5^a ed.). Raffaello Cortina Editore.

Amland, T., Grande, G., Scherer, R., Lervåg, A., & Melby-Lervåg, M. (2025). Cognitive factors underlying mathematical skills: A systematic review and meta-analysis. *Psychological Bulletin* 151, (1), 88–129. <https://doi.org/10.1037/bul0000457>

Ashcraft, M. H., & Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>

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>

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 Psychology*, 59(3), 442–459. <https://doi.org/10.1037/dev0001491>

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.

Barbaranelli, C. (2007). *Analisi dei dati. Tecniche multivariate per la ricerca psicologica e sociale*.

Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173–1182. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>

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>

Beesdo, K., Knappe, S., & Pine, D. S. (2009). Anxiety and anxiety disorders in children and adolescents: Developmental issues and implications for DSM-V. *Psychiatric Clinics of North America*, 32(3), 483–524. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2009.06.002>

Bernabini, L., Tobia, V., Guarini, A., Bonifacci, P. (2020). Predictors of children's early numeracy: environmental variables, intergenerational pathways, and children's cognitive, linguistic, and non-symbolic number skills. *Frontiers in Psychology*, 11, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.505065>

Bigozzi, L., Pezzica, S., & Malagoli, C. (2020). The contribution of attentional processes to calculation skills in second and third grade in a typically developing sample. *European Journal of Psychology of Education*, 36(3), 965–988. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00515-z>

Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>

Butterworth, B. (2005). *Developmental dyscalculia*. In J.I.D. Campbell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 455–467). Psychology Press.

Carey, E., Devine, A., Hill, F., & Szűcs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PLOS ONE*, 12(3): e0174418. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174418>

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 1987. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987>

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2016). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, 31(4), 755–764. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421>

Caviola, S., Mammarella, I. C., Lucangeli, D., and Cornoldi, C. (2012). The involvement of working memory in children's exact and approximate mental additions. *J. Exp. Child Psychol.* 112, 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.02.005>

Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Mercader Ruiz, J., Szűcs, D., & Mammarella, I. C. (2022). 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>

Commodari, E., La Rosa, V.L. (2021). General academic anxiety and math anxiety in primary school. The impact of math anxiety on calculation skills. *Acta Psychologica*, 220, 103413. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103413>

Coolen, I., Merkley, R., Ansari, D., Dove, E., Dowker, A., Mills, A., Murphy, V., von Spreckelsen, M., & Scerif, G. (2021). Domain-general and domain-specific influences on emerging numerical cognition: Contrasting uni- and bidirectional prediction models. *Cognition*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104816>

Cowan, R., Hurry, J., & Midouhas, E. (2018). The relationship between learning mathematics and general cognitive ability in primary school. *British Journal of Developmental Psychology*, 36(2), 277–284.

Cowan, R., Powell, D. (2014). The contributions of domain-general and numerical factors to third-grade arithmetic skills and mathematical learning disability. *Journal of Educational Psychology*, 106 (1), 214 –229. <http://dx.doi.org/10.1037/a0034097>

Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001>

Cuder, A., Pellizzoni, S., Di Marco, M., Blason, C., Doz, E., Giofrè, D., Passolunghi, M.C. (2024). The impact of math anxiety and self-efficacy in middle school STEM choices: A 3-year longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 94, 1091-1108. <https://doi.org/10.1111/bjep.12707>

De Francesco, G., Donolato, E., Tucci, R., & Mammarella, I. C. (2020). Ansia per la matematica e ansia da valutazione: Quale ruolo nell'apprendimento scolastico? *Psicologia clinica dello sviluppo*, 72(3), 557–576. <https://doi.org/10.1449/97006>

De Franchis, V., & Usai, M. C. (2013). Emerging math and literacy ability in kindergarten: The executive function's role. *Psicologia clinica dello sviluppo*, 1, 73–96. <https://doi.org/10.1449/73827>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>

Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsten, V. (2013). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412. <https://doi.org/10.1111/bjop.12046>

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>

Eidlin-Levy, H., Avraham, E., Fares, L., & Rubinsten, O. (2023). Math anxiety affects career choices during development. *International Journal of STEM Education*, 10, 49. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00441-8>

Freud, S. (1936). *The problem of anxiety* (A. Brill, Trans.). New York, NY: W. W. Norton & Company.

Galdi, S., Cadinu, M., & Tomasetto, C. (2014). The roots of stereotype threat: When automatic associations disrupt girls' math performance. *Child Development*, 85(1), 250–263. <https://doi.org/10.1111/cdev.12128>

Geary, D.C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37 (1), 4-15.

Goetz, T., Bieg, M., Lüdtke, O., Pekrun, R. H., & Hall, N. C. (2013). Do girls really experience more anxiety in mathematics? *Psychological Science*, 24(10), 2079-2087. <https://doi.org/10.1177/0956797613486989>

Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F.L., & Ohtani, M. (2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 105-123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>

Haataja, E.S.H., Niemivirta, M., Holm, M.E., Ilomanni, P., Laine, A. (2024). Students' socioeconomic status and teacher beliefs about learning as predictors of students' mathematical competence. *European Journal of Psychology of Education*, 39, 1615–1636 <https://doi.org/10.1007/s10212-023-00791-5>

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>

Hierbert, J. (1988). A theory of developing competence with written mathematical symbols. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 333-355.

Hirsch, C. R., Beale, S., Grey, N., & Liness, S. (2019). Approaching cognitive behavior therapy for generalized anxiety disorder from a cognitive process perspective. *Frontiers in Psychiatry*, 10, 796. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00796>

Holmes, M.C., Donovan, C.L., Farrell, L.J., March, S. (2014). The efficacy of a group-based, disorder-specific treatment program for childhood GAD – A randomized controlled trial. *Behaviour Research and Therapy*, 61, 122-135.

Hyde, D. C., & Spelke, E. S. (2011). Neural signatures of number processing in human infants: evidence for two core systems underlying numerical cognition. *Developmental Science*, 14(2), 360–371.

Karimi, A., & Venkatesan, S. (2009). Mathematics anxiety, mathematics performance and overall academic performance in high school students. *Management and Labour Studies*, 34(4), 556–562. <https://doi.org/10.1177/0258042X0903400406>

Kim, H., Duran, C. A. K., Cameron, C. E., & Grissmer, D. (2018). Developmental relations among motor and cognitive processes and mathematics skills. *Child Development*, 89(2), 476–494. <https://doi.org/10.1111/cdev.12752>

Kodala, A., Fjermestadb, K., Bjellanda, I., Gjestadc, R., Östb, L., Bjaastadb, J.F., Haugland, B.S.M., Havik, O.E., Heiervang, E., Wergeland, G.J. (2018). Long-term effectiveness of cognitive behavioral therapy for youth with anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, 53, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2017.11.003>

LeFevre, J. A., Fast, L., Skwarchuk, S. L., 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>

LeFevre, J.A., & Kulak, A.G. (1994). Individual differences in the obligatory activation of addition facts. *Memory & Cognition*, 22 (2), 188-200.

Levine, S. C., & Pantoja, N. (2021). Children’s math anxiety predicts their math achievement over and above a key foundational math skill. *Journal of Cognition and Development*, 21(5), 709–728. <https://doi.org/10.1080/15248372.2020.1832098>

Levine, S. C., Jordan, N. C., & Huttenlocher, J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 53(1), 72–103. [https://doi.org/10.1016/S0022-0965\(05\)80005-0](https://doi.org/10.1016/S0022-0965(05)80005-0)

Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311–322. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421>

Ma, X., & Xu, J. (2004). The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: A longitudinal panel analysis. *Journal of Adolescence*, 27(2), 165–179. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.11.003>

Mackenzie, S. (2007). Educational psychologists' assessment of children's arithmetic skills. *Educational and Child Psychology*, 24(2), 119–135. <https://doi.org/10.53841/bpsecp.2007.24.2.119>

Macmull, M. S., & Ashkenazi, S. (2019). Math anxiety: The relationship between parenting style and math self-efficacy. *Frontiers in Psychology*, 10, 1721. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01721>

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>

Manuhuwa, D. M., Snel-de Boer, M., Jaarsma, D. A. D., Fleer, J., & de Graaf, J. W. (2023). The combined value of executive functions and self-regulated learning to predict differences in study success among higher education students. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1229518>

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-](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-J)

[J](#)

Ohannessian, C. M., Milan, S., & Vannucci, A. (2017). Gender differences in anxiety trajectories from middle to late adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, 46(4), 826–839. <https://doi.org/10.1007/s10964-016-0619-7>

Orbach, L., & Fritz, A. (2022). Patterns of attention and anxiety in predicting arithmetic fluency among school-aged children. *Brain Sciences*, 12(3), 376. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030376>

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>

Pekrun, R. (2024). Control-Value Theory: From Achievement Emotion to a General Theory of Human Emotions. *Educational Psychology Review*, 36, 83. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7>

Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3702_4

Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., & Passolunghi, M.C. (2022). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: a longitudinal study. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1510: 132-144. <https://doi.org/10.1111/nyas.14722>

Pellizzoni, S., Cargnelutti, E., Cuder, A., Passolunghi, M.C. (2021). The interplay between math anxiety and working memory on math performance: a longitudinal study. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1510 (1), 132-144. <https://doi.org/10.1111/nyas.14722>

Putwain, D.W., Wood, P. (2023). Anxiety in the mathematics classroom: reciprocal relations with control and value, and relations with subsequent achievement. *ZDM Mathematics Education* 55, 285–298. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01390-2>

Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). 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>

Respondek, L., Seufert, T., Stupnisky, R. H., & Nett, U. E. (2017). Perceived academic control and academic emotions predict undergraduate university student success: Examining effects on dropout intention and achievement. *Frontiers in Psychology*, 8, 243. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00243>

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>

Rossi, S., Xenidou-Dervou, I., Simsek, E., Artemenko, C., Daroczy, G., Nuerk, H.-C., & Cipora, K. (2022). Mathematics–gender stereotype endorsement influences mathematics anxiety, self-concept, and performance differently in men and women. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1513(1), 121–139. <https://doi.org/10.1111/nyas.14779>

Saviola, F., Pappaianni, E., Monti, A., Grecucci, A., Jovicich, J., & De Pisapia, N. (2020). Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. *Scientific Reports*, 10, 11112. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68008-z>

Schoenherr, J., Schukajlow, S., & Pekrun, R. (2025). Emotions in mathematics learning: A systematic review and meta-analysis. *ZDM – Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01651-w>

Schukajlow, S., Rakoczy, K., & Pekrun, R. (2023). Emotions and motivation in mathematics education: Where we are today and where we need to go. *ZDM– Mathematics Education*, 55(2), 249–267. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01463-2>

Siemann, J., & Petermann, F. (2018). Innate or acquired? – Disentangling number sense and early number competencies. *Frontiers in Psychology*, 9, 571. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00571>

Spielberger, C. D. (1985). Anxiety: State-trait process. In A. H. Tuma & J. D. Maser (Eds.), *Anxiety and the anxiety disorders* (pp. 171–182). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18116–18120. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24145427/>

Svraka, B., Álvarez, C., & Szücs, D. (2024). Anxiety predicts math achievement in kindergarten children. *Frontiers in Psychology*, 15, 1335952. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1335952>

Szucs, D., & Toffalini, E. (2023). Maths anxiety and subjective perception of control, value and success expectancy in mathematics. *Royal Society Open Science*, 10(11), 231000. <https://doi.org/10.1098/rsos.231000>

Sánchez-Pérez, N., Fuentes, L. J., & González-Salinas, C. (2024). The contribution of children's effortful control to math performance is partially mediated by math anxiety. *European Journal of Psychology of Education*, 39(4), 2655–2679. <https://doi.org/10.1007/s10212-024-00801-0>

Telzer, E. H., Fuligni, A. J., Lieberman, M. D., & Galván, A. (2013). Meaningful family relationships: Neurocognitive buffers of adolescent risk taking. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(3), 374–387. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00331

ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive

function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 214.

<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105306>

Torresi, S. (2020). Interaction between domain-specific and domain-general abilities in math's competence. *Journal of Applied Cognitive Neuroscience*, 1(1), 43–51.

<https://doi.org/10.17981/JACN.1.1.2020.08>

Träff, U., Skagerlund, K., Östergren, R., & Skagenholt, M. (2023). The importance of domain-specific number abilities and domain-general cognitive abilities for early arithmetic achievement and development. *British Journal of Educational Psychology*, 93(3), 825–841.

<https://doi.org/10.1111/bjep.12599>

Vijayaprabha, G., Vasuki, M., & Dinesh Kumar, A. (2016). Cognitive development and mathematical understanding: A review of current educational theories. *Journal of Engineering Scientific Research and Applications*, 2 (1), 248-262.

Von Aster, M., & Shalev, R. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868–873. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x>

Vos, H., Marinova, M., 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.2023.102255>

Walkenhorst, E., & Crowe, S.F. (2009). The effect of state worry and trait anxiety on working memory processes in a normal sample. *Anxiety, Stress, & Coping*, 22(2), 167-187.

<https://doi.org/10.1080/10615800801998914>

Wang, C., Xu, Q., & Fei, W.-Q. (2024). The effect of student-perceived teacher support on math anxiety: Chain mediation of teacher–student relationship and math self-efficacy. *Frontiers in Psychology*, 15, 1333012. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1333012>

Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., Plomin, R., McLoughlin, G., Bartlett, C. W., Lyons, I. M., & Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(9), 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>

Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548–573. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.92.4.548>

Wigfield, A., Muenks, K., & Eccles, J. S. (2021). Achievement motivation: What we know and where we are going. *Annual Review of Developmental Psychology*, 3(1), 87–111. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-050720-103500>

Wu, S. S.-J., & Menon, V. (2012). Mathematics anxiety in second and third graders and its relation to mathematical cognition: Working memory and reasoning. *Frontiers in Psychology*, 3, 162. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00162>

Wu, Y.-J., Chen, Y.-H., Kiefer, S. M., & Carstensen, C. H. (2021). Learning Strategies as Moderators Between Motivation and Mathematics Performance in East Asian Students: Latent Class Analysis. *SAGE Open*, 11(4). <https://doi.org/10.1177/21582440211061382>

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10, 1613. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>

Zhang, X., Dimitriou, D., Halstead, E.J. (2021). Sleep, Anxiety, and Academic Performance: A Study of Adolescents From Public High Schools in China. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.678839>

Zhang, Y., Tolmie, A., & Gordon, R. (2022). The relationship between working memory and arithmetic in primary school children: A meta-analysis. *Brain Sciences*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.3390/brainsci13010022>

Živković, M., Pellizzoni, S., Doz, E., Cuder, A., Mammarella, I., Passolunghi, M. C. (2023). Math self-efficacy or anxiety? The role of emotional and motivational contribution in math performance. *Social Psychology of Education*, 26, 579–601. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09760-8>