



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione
(DPSS)**

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

Tesi di laurea Magistrale

**ASPETTI EMOTIVI E COGNITIVI DELL'ANSIA PER
LA MATEMATICA IN RAGAZZI CON DISTURBO
SPECIFICO DELL'APPRENDIMENTO**

**Emotional and cognitive aspects of math anxiety in teenagers with Specific
Learning Disorder**

**Relatrice
Prof.ssa Irene Cristina Mammarella**

**Correlatrice
Dott.ssa Rachele Lievore**

**Laureando: Francesco Pellegrino
Matricola: 2022881**

Anno Accademico 2021/2022

SOMMARIO

Introduzione.....	1
CAPITOLO 1: I Disturbi Specifici dell'Apprendimento	4
1.1 Differenza tra disturbo e difficoltà dell'apprendimento	4
1.2 Criteri diagnostici del DSM-5	5
1.2.1 Specificatori per tipologia e gravità	6
1.3 Criteri diagnostici dell'ICD-11	7
1.3.1 Specificatori per tipologia	7
1.4 Fattori di inclusione e di esclusione	8
1.5 <i>Consensus conference</i> e linee guida per la gestione dei disturbi specifici dell'apprendimento	9
1.6 Tipologie di disturbo specifico dell'apprendimento	11
1.6.1 Dislessia evolutiva.....	11
1.6.2 Disturbi specifici della scrittura	13
1.6.3 Discalculia.....	15
1.7 Modelli teorici di riferimento	16
1.7.1 Modello a due vie di Coltheart.....	16
1.7.2 Modello evolutivo di Uta Frith.....	18
1.7.3 Modello modulare di McCloskey.....	19
1.7.4 Modello di Butterworth.....	19
1.7.5 Modello di Temple	20
CAPITOLO 2: L'ansia per la matematica.....	21
2.1 Definizioni e aspetti legati all'ansia per la matematica	21
2.1.1 Aspetti cognitivi	22
2.1.2 Aspetti emotivi	25
2.1.3 Aspetti socioculturali.....	26
2.1.4 Aspetti neurobiologici	27
2.2 Strumenti per valutare l'ansia per la matematica	28
2.3 Modelli teorici di riferimento	30
2.3.1 Teoria del deficit	30
2.3.2 Modello dell'ansia debilitante.....	30
2.3.3 Teoria Reciproca	31
2.4 Ansia per la matematica nei Disturbi Specifici dell'Apprendimento.....	32
2.5 Interventi per ridurre l'ansia e migliorare la prestazione in matematica.....	33

CAPITOLO 3: La ricerca	36
3.1 Obiettivi e ipotesi	36
3.2 Partecipanti.....	38
3.3 Metodo	38
3.3.1 Fase di screening	38
3.3.2 Fase sperimentale	45
3.4 Procedura.....	48
CAPITOLO 4: I risultati	50
4.1 Prove di Screening	50
4.1.1 Quoziente intellettivo in forma breve.....	51
4.1.2 Lettura di parole e non-parole	51
4.1.3 Calcolo a Mente	51
4.2 Prove Sperimentali	52
4.2.1 <i>Abbreviated Math Anxiety Scale</i> (AMAS; Hopko et al. 2003): statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti	53
4.2.2 <i>Multidimensional Anxiety Scale for Children</i> (MASC-2; March, 2017): statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti	54
4.2.3 <i>Math task</i> : statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti	55
4.2.4 <i>Self Assessment Manikin scale</i> (SAM; Badley e Lang, 1994): statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute	56
4.2.5 Questionario su pensieri e preoccupazioni: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute.....	59
CAPITOLO 5: Discussione dei risultati	62
5.1 Ansia per la matematica e ansia da prestazione: variabili di tratto	63
5.2 Prestazione nel compito di matematica	64
5.2.1 Aspetti emotivi implicati.....	64
5.2.2 Aspetti cognitivi implicati	66
5.3 Implicazioni clinico-educative	67
5.4 Limiti dello studio e prospettive future	68
Riferimenti bibliografici	71
Ringraziamenti	91

Introduzione

A causa delle sue conseguenze negative su diversi aspetti legati alla matematica, l'ansia per la matematica è diventata un argomento di crescente interesse in ambito clinico ed educativo. Nello specifico, l'ansia per la matematica è un costrutto che impatta significativamente sugli apprendimenti degli studenti, sia con DSA, sia a sviluppo tipico, e che porta a ripercussioni in diversi contesti di vita dei ragazzi, e non solo in quello scolastico.

Diversi fattori sono coinvolti nei legami tra ansia per la matematica e questa materia. Come riportato da numerose ricerche (Wigfield & Meece, 1988), esistono due dimensioni distinte dell'ansia per la matematica negli studenti della scuola secondaria: una dimensione emotiva ed una cognitiva. La dimensione emotiva si riferisce alle emozioni di paura, tensione e alle relative reazioni fisiologiche, che si verificano in situazioni legate alla matematica, mentre la dimensione cognitiva, che in parte è simile al costrutto di ansia da prestazione, implica i pensieri intrusivi e le preoccupazioni nello svolgimento di prove di matematica.

Per questi motivi, lo scopo del presente studio è stato quello di valutare aspetti emotivi e cognitivi dell'ansia per la matematica riferita, in relazione all'ansia sia di apprendimento, sia di valutazione della materia, ed esperita durante la realizzazione di un compito stressante di matematica.

Il paradigma sperimentale ha coinvolto 15 partecipanti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento misto o discalculia (DSA) e 20 partecipanti a sviluppo tipico (TD), di età compresa tra gli 11 e i 14 anni. Nello specifico, il fine è stato quello di indagare la relazione tra le prestazioni ottenute nella prova di matematica e le alterazioni riguardanti aspetti emotivi, rilevati tramite il Self-Assessment Manikin scale, e aspetti cognitivi, indagati attraverso un questionario su pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc. Inoltre, questi aspetti emotivi e cognitivi sono stati valutati prima e dopo la prestazione in matematica. Per di più, sono state indagate eventuali differenze nei sintomi di ansia da prestazione riportati dai genitori dei partecipanti e dai ragazzi stessi tramite il questionario MASC-2, con il fine di rilevare possibili aspetti di congruenza o divergenza tra le compilazioni di genitori e studenti.

Più nel dettaglio, la tesi si compone di cinque capitoli. Nel primo capitolo verranno descritti le tipologie di Disturbi Specifici dell'Apprendimento, con i criteri diagnostici riportati dal DSM-5 e dall'ICD-11, i fattori di inclusione e di esclusione e i vari modelli teorici di riferimento. Nel secondo capitolo verrà approfondito il costrutto dell'ansia per la matematica in individui a sviluppo tipico e con DSA, indagando i diversi aspetti che lo compongono, gli strumenti di misurazione e i modelli di riferimento, e riportando vari articoli scientifici incentrati sul tema. Nel terzo capitolo verranno esposti le caratteristiche dei due gruppi considerati, gli obiettivi, il metodo, gli strumenti e la procedura attraverso cui è stata condotto lo studio. Per quanto riguarda il quarto capitolo, verranno presentati i dati emersi nella ricerca con le rispettive analisi statistiche di frequenza e ANOVA. Infine, nel quinto capitolo verranno discussi i risultati ottenuti, focalizzandoci sulle ipotesi di ricerca definite nei capitoli precedenti e sulla letteratura di riferimento, e presentate le implicazioni clinico-educative, i limiti della ricerca e le possibili prospettive future.

CAPITOLO 1

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento

I disturbi specifici dell'apprendimento sono un insieme di disturbi di natura neurobiologica caratterizzati da problematiche nell'acquisizione e nell'utilizzo della lettura, scrittura e calcolo che sono inattese rispetto alle abilità cognitive e all'istruzione ricevuta dall'individuo (American Psychiatric Association [APA], 2013).

1.1 Differenza tra disturbo e difficoltà dell'apprendimento

Per comprendere cosa siano i DSA, una prima importante distinzione riguarda quella tra difficoltà e disturbo dell'apprendimento: con difficoltà dell'apprendimento si intende qualsiasi generica difficoltà in ambito scolastico, mentre con disturbo dell'apprendimento si intende un deficit più severo e specifico che viene indagato tramite un procedimento clinico (Cornoldi, 1999).

Infatti, i disturbi dell'apprendimento sono innati, quindi hanno una base neuropsicologica presente dalla nascita che porta al manifestarsi del disturbo quando le richieste dell'ambiente eccedono le capacità dell'individuo; quindi, si tratta di una condizione che non è dovuta ad altri aspetti, come difficoltà nella regolazione delle emozioni, scarsa qualità dell'istruzione o problematiche familiari.

Inoltre, il disturbo dell'apprendimento è a carattere evolutivo, quindi, essendo presente fin dalla nascita, è possibile individuare nella storia clinica del bambino difficoltà e ritardi nello sviluppo, ad esempio a livello linguistico, come l'età di insorgenza del babbling e delle prime parole o frasi, oppure a livello psicomotorio, come l'età in cui il bambino ha iniziato a manipolare gli oggetti o a camminare. Per di più, il disturbo dell'apprendimento è resistente al cambiamento, quindi, pur intervenendo con attività individualizzate di potenziamento e training, permane una difficoltà negli apprendimenti.

Per tutti questi motivi, gli individui con disturbo specifico dell'apprendimento, pur sottoponendosi ad attività di *training* e potenziamento, a differenza degli individui con difficoltà, continuano ad avere parametri di rapidità e accuratezza nella lettura, nella scrittura e nel calcolo, al di sotto di quanto ci si aspetterebbe per età e classe di appartenenza (Tressoldi & Vio, 2008).

Invece, le difficoltà dell'apprendimento sono transitorie, esterne all'individuo e dovute a fattori contestuali, come ad esempio basso SES (*Socio-Economic Status*), bassa motivazione o stima di sé, scarse competenze di socializzazione, oppure disabilità sensoriali e motorie lievi, che non permettono di fare una diagnosi di DSA. A livello legislativo, i disturbi specifici dell'apprendimento sono riconosciuti dalla legge 170 del 2010 e sono la Dislessia, la Disortografia, la Disgrafia e la Discalculia (APA, 2013; Cornoldi & Tressoldi, 2014). Per le persone con difficoltà dell'apprendimento, che non rientrano nella legge 170 del 2010, è stata emanata una direttiva ministeriale nel 2012 che ha introdotto il concetto di BES (Bisogni Educativi Speciali). Questa categoria comprende, oltre ai DSA, tutti gli individui con disturbi specifici del linguaggio, disturbo non verbale, disturbo della coordinazione motoria, bassa intelligenza non-verbale, disprassia, disturbo dell'attenzione e dell'iperattività (ADHD) e disturbo dello spettro autistico di grado lieve, oltre ad altre condizioni svantaggiose, come il Funzionamento Intellettivo Limite (FIL).

In questo modo, la direttiva ministeriale ha permesso agli studenti con difficoltà e in assenza di certificazioni di poter attivare un piano personalizzato ed individualizzato con misure compensative e dispensative fondamentali per l'apprendimento a scuola (Direttiva Ministeriale sui BES, 2012).

1.2 Criteri diagnostici del DSM-5

Per poter fare diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento, il DSM-5 (APA, 2013) individua quattro criteri diagnostici che devono essere soddisfatti.

Il primo criterio riguarda la difficoltà di apprendimento e nell'uso delle abilità scolastiche, con la presenza di almeno un sintomo su sei per almeno sei mesi, che permane nonostante siano stati messi in atto interventi mirati.

I sintomi comprendono: inaccuratezza, lentezza o poca fluidità nella lettura di parole; difficoltà nello spelling; compromissione nella comprensione del significato di ciò che viene letto; alterazione dell'espressione scritta con errori grammaticali, ortografici, di punteggiatura o di organizzazione espositiva; difficoltà riguardanti il concetto di numero, i fatti aritmetici e il calcolo; difficoltà nel ragionamento matematico. Ciascuno di questi ambiti può essere compromesso e nella diagnosi bisogna sottolineare quali ambiti specifici sono intaccati.

Il secondo criterio specifica come le abilità scolastiche devono essere inferiori rispetto a quelle attese per l'età cronologica. Per questi motivi, le attività della vita quotidiana, tra cui le prestazioni scolastiche e lavorative, risultano deficitarie.

Quindi, è importante ottenere delle evidenze di questo attraverso test standardizzati somministrati individualmente. È però possibile fare diagnosi di DSA anche in assenza di punteggi al di sotto della media nelle prove standardizzate, qualora le difficoltà siano avvalorate dalla storia clinica o dal rendimento scolastico del paziente.

Il terzo criterio si riferisce al fatto che le difficoltà dell'apprendimento iniziano generalmente durante i primi anni della scuola primaria, ma possano emergere e manifestarsi successivamente, quando le richieste ambientali superano le capacità dell'individuo. In alcuni casi, infatti, i pazienti con DSA mettono in atto sforzi elevati o strategie compensatorie, portando ad una manifestazione tardiva delle difficoltà dell'apprendimento quando aumentano le richieste dell'ambiente.

Infine, il quarto criterio sottolinea la specificità delle difficoltà dell'apprendimento, che non devono essere riconducibili a disabilità intellettiva, problematiche visive o uditive, altri disturbi mentali, motori o neurologici, svantaggio psicosociale, ignoranza della lingua o istruzione scolastica inadeguata.

1.2.1 Specificatori per tipologia e gravità

Il DSM-5 (APA, 2013) utilizza due specificatori, ovvero la tipologia e la gravità del disturbo, che permettono di produrre una diagnosi il più chiara e specifica possibile.

Gli specificatori per tipologia evidenziano se la compromissione prevalente è della lettura, del calcolo o della scrittura.

La compromissione della lettura riguarda, nello specifico, l'accuratezza, la velocità o la fluenza della lettura e la comprensione del testo (codice 315.00), la compromissione del calcolo si riferisce alle difficoltà con il concetto di numero, la memorizzazione di fatti aritmetici, il calcolo e il ragionamento matematico (codice 315.1), mentre la compromissione dell'espressione scritta fa riferimento all'accuratezza nello spelling, nella grammatica e nella punteggiatura e all'organizzazione dell'espressione scritta (codice 315.2).

Per quanto riguarda gli specificatori per gravità, è opportuno sottolineare se la difficoltà riguarda uno o più ambiti scolastici e se l'individuo è in grado di compensare

tale difficoltà con facilitazioni adeguate (lieve), se la difficoltà è tale da necessitare, oltre alle facilitazioni, momenti di insegnamento intensivo e specializzato (moderata), oppure se la difficoltà è tale che né le facilitazioni, né gli insegnamenti intensivi, potrebbero permettere di completare le attività in maniera efficace (grave).

1.3 Criteri diagnostici dell'ICD-11

Mentre nell'ICD-10 (WHO, 2007), i Disturbi Specifici dell'Apprendimento sono definiti "Disturbi Evolutivi Specifici delle abilità scolastiche", nell'ICD-11 (WHO, 2022) essi vengono definiti "Disturbi Evolutivi dell'Apprendimento", sottolineando così che i DSA non riguardano esclusivamente le abilità scolastiche, e quindi le prime fasi dello sviluppo, ma riguardano l'apprendimento in generale, che è necessario in diversi ambiti e momenti di vita dell'individuo.

L'ICD-11 (WHO, 2022), come il DSM-5 (APA, 2013), ripropone l'idea che il disturbo possa non manifestarsi per molto tempo ed emergere quando le richieste ambientali sovraccaricano il sistema dell'individuo ed eccedono le sue capacità.

Inoltre, nella classificazione viene specificato come queste difficoltà non siano il risultato di disabilità intellettiva, mancanza di opportunità di apprendimento o patologia acquisita. Per di più, nell'ICD-11 (WHO, 2022) i disturbi specifici dell'apprendimento comprendono anche le difficoltà di comprensione del testo, che non sono riconosciute dalla legge 170 del 2010.

1.3.1 Specificatori per tipologia

L'ICD-11 (WHO, 2022) propone di utilizzare uno o più specificatori per indicare quali competenze risultino significativamente compromesse: disturbi di lettura, disturbi dell'espressione scritta, disturbi in matematica,

Con disturbi della lettura (codice: 6A03.0) si intende una compromissione delle capacità di lettura come l'accuratezza nella lettura di parole, la scorrevolezza nella lettura e la comprensione della lettura.

I disturbi dell'espressione scritta (codice: 6A03.1) si riferiscono ad una compromissione delle capacità di scrittura come l'accuratezza ortografica, la grammatica, la punteggiatura, l'organizzazione e la coesione delle idee scritte.

Per quanto riguarda i disturbi in matematica (codice: 6A03.2), si fa riferimento ad una compromissione delle abilità matematiche come il senso del numero, la memorizzazione dei fatti numerici, l'accuratezza e la fluenza nel calcolo e il ragionamento matematico.

Infine, con la categoria "altre compromissioni specifiche dell'apprendimento" (codice: 6A03.3) si intende una compromissione dell'apprendimento e del rendimento accademico che non rientra in uno degli altri specificatori disponibili.

1.4 Fattori di inclusione e di esclusione

In generale, per poter fare diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento, i manuali diagnostici individuano dei fattori di inclusione, che sono la specificità, la significatività, la persistenza, la disomogeneità e il carattere evolutivo del disturbo, e dei fattori di esclusione, che sono i fattori contestuali, emotivo-motivazionali e i deficit sensoriali o cognitivi (APA, 2013; WHO, 2022).

Il criterio d'inclusione della **specificità** è stato superato dal DSM 5 (APA, 2013) e dall'ICD-11 (WHO, 2022), perché spesso si osserva una costellazione di difficoltà, mentre il disturbo selettivo di un determinato dominio è raramente osservabile. Infatti, i manuali parlano di una categoria generale in cui il disturbo dell'apprendimento viene inserito e specificano le compromissioni prevalenti in alcuni ambiti.

Il criterio della **significatività** si riferisce al grado di compromissione, che deve essere al di sotto delle due deviazioni standard e del 5° percentile. Questo criterio non si basa solo sulla significatività statistica, e quindi quantitativa e relativa ai punteggi ottenuti attraverso strumenti standardizzati, ma anche alla significatività qualitativa, e quindi quanto la compromissione impatta sul benessere dell'individuo e sul suo adattamento.

Con il criterio della **persistenza** si fa riferimento al fatto che le difficoltà sono resistenti al cambiamento e all'intervento, e quindi non scompaiono pur venendo offerte nuove e migliori opportunità di apprendimento.

Un altro criterio è quella della **discrepanza** che fa riferimento alla caduta selettiva in alcuni domini specifici dell'apprendimento, avendo comunque un'intelligenza nella norma, quindi un QI non inferiore a 70. Quindi, si intende una discrepanza tra l'intelligenza del bambino e le sue prestazioni scolastiche. Oggi il DSM-5 e l'ICD-11 hanno sostituito il criterio della discrepanza con il criterio della **disomogeneità**, in cui è

sempre importante avere un QI superiore a 70 per poter fare una diagnosi di DSA, ma è fondamentale individuare, attraverso test per l'intelligenza (es., WISC), un andamento disomogeneo nelle prestazioni delle scale multifattoriali dell'intelligenza. Quindi alcune aree dell'intelligenza sono compromesse, mentre altri domini risultano preservati. Nello specifico, solitamente i soggetti con disturbo specifico dell'apprendimento hanno una caduta specifica negli indici di memoria di lavoro (IML) e di velocità di elaborazione (IVE), che sono gli indici che valutano il processamento cognitivo delle informazioni.

Ancora, i DSA sono disturbi a carattere evolutivo, quindi si manifestano in maniera diversa in base all'età. Infatti, L'ICD-11 e il DSM 5 adottano una prospettiva *life-span*, che non relega il disturbo dell'apprendimento all'ambito scolastico, ma considera le compromissioni nell'apprendimento anche in altri ambiti, come quello lavorativo. Infatti, il disturbo specifico dell'apprendimento non va considerato come una categoria chiusa e fissa nel tempo, perché, anche nello stesso individuo, si può manifestare in modi diversi nel corso del tempo. Ad esempio, un disturbo specifico dell'apprendimento può essere compensato attraverso strategie che il bambino impara e mette in atto, ma non viene mai completamente risolto e può riemergere quando le richieste del contesto diventano superiori rispetto alle sue capacità.

Per quanto riguarda i fattori di esclusione, quindi i criteri a cui il disturbo non può essere imputabile, i manuali diagnostici fanno riferimento ai fattori di contesto, come ad esempio basso SES, svantaggio linguistico o insegnamento insufficiente, o fattori emotivo-motivazionali, come ad esempio bassa autostima, che possono concorrere ad aggravare il DSA, ma non ne sono la causa primaria.

Altri fattori di esclusione sono i deficit sensoriali, cognitivi, o altre condizioni di disabilità. In questi casi, il disturbo dell'apprendimento non è primario e neuroevolutivo, ma è secondario e acquisito.

1.5 Consensus conference e linee guida per la gestione dei disturbi specifici dell'apprendimento

Maggiori informazioni per il percorso diagnostico nei disturbi specifici dell'apprendimento, che comprende l'identificazione, l'accertamento diagnostico, la

diagnosi funzionale e la presa in carico, vengono riportate dalla Consensus Conference e dalla linea guida per la gestione dei disturbi specifici dell'apprendimento.

La *Consensus Conference* (CC, 2011) sui Disturbi specifici dell'Apprendimento ha lo scopo di creare un sapere comune proveniente dagli esperti in materia, in modo da fornire un riferimento per i clinici del territorio e migliorare le pratiche valutative e riabilitative in relazione ai benefici di legge previsti per le persone con difficoltà negli apprendimenti (CC, 2011).

In maniera simile, la linea guida ha analizzato diversi aspetti riguardanti i DSA, ha aggiornato il quesito sui trattamenti, ha proposto degli indici predittivi e nuove indicazioni diagnostiche (LG DSA, 2021).

Nel percorso diagnostico, con identificazione si intende la rilevazione e la segnalazione ai servizi competenti di un sospetto disturbo dell'apprendimento

La Linea Guida (LG DSA, 2021) e la *Consensus Conference* (CC, 2011) raccomandano un'identificazione precoce del disturbo e questo permette ai processi di apprendimento deficitari utilizzati dal bambino di non strutturarsi, consolidarsi ed automatizzarsi. Così facendo, saranno necessari meno tempo e risorse per poter smantellare questi meccanismi deficitari e sostituirli con processi di apprendimento più funzionali.

Per l'identificazione vengono utilizzati, a partire dalla scuola dell'infanzia, protocolli di screening, questionari ai genitori e valutazioni svolte dagli insegnanti. Nel momento in cui si individuano fattori di rischio si suggerisce l'attuazione di percorsi mirati. Se le criticità persistono e non vengono superate, e questo accade in caso di disturbo e non di difficoltà dell'apprendimento, il soggetto viene segnalato ai servizi che procedono con un accertamento diagnostico volto a valutare la natura delle difficoltà del bambino attraverso una classificazione nosografica (CC, 2011).

Successivamente, durante la fase di accertamento diagnostico vengono presi in considerazione i criteri di inclusione e di esclusione descritti nel paragrafo precedente.

Attraverso questi criteri si determina se si tratti di una difficoltà o di un disturbo dell'apprendimento e, in quest'ultimo caso, quale sia la natura disturbo, formulando una diagnosi di primo livello.

Dopo aver formulato una diagnosi da un punto di vista nosografico si passa ad una diagnosi di secondo livello o funzionale, che ha lo scopo di fornire un profilo funzionale

e quindi di sottolineare i punti di forza e di debolezza, le risorse e i bisogni del bambino e quali sono le ricadute del disturbo sia nell'ambito dell'apprendimento, sia in altri ambiti.

L'ultima fase del percorso diagnostico consiste nella presa in carico che deve essere globale, quindi, non considerare solo il disturbo specifico dell'apprendimento, ma tutto l'individuo nella sua complessità.

Inoltre, la *Consensus Conference* raccomanda di utilizzare strumenti di valutazione con alta validità, affidabilità, sensibilità e specificità, in modo da ridurre la probabilità di ottenere dei falsi positivi o falsi negativi, e lo strumento scelto deve essere a discrezionalità del clinico.

1.6 Tipologie di disturbo specifico dell'apprendimento

Come accennato in precedenza, la legge 170 del 2010 riconosce diverse tipologie di disturbo specifico dell'apprendimento, ovvero la Dislessia, la Disortografia, la Disgrafia e la Discalculia, che verranno trattate nei seguenti sottoparagrafi.

1.6.1 Dislessia evolutiva

La dislessia evolutiva fa riferimento ad una difficoltà nella lettura strumentale e quindi nel processo di decodifica della parola. La lettura di una persona con dislessia è al di sotto delle aspettative per l'età cronologica, con ricadute significative negli apprendimenti. La diagnosi di dislessia evolutiva può essere fatta a partire dalla fine della seconda elementare, dopo aver valutato il processo di decodifica del bambino attraverso prove di lettura su più livelli: lettere, parole, non parole e brani.

Gli strumenti diagnostici più utilizzati per la valutazione delle abilità di lettura sono la batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva (BVN 5-11, Bisiacchi et. al 2005), che consiste in una batteria di screening per valutare i prerequisiti della lettura, le prove MT- 3 clinica (Cornoldi et al., 2016, 2017), che hanno lo scopo di valutare abilità di lettura, comprensione del testo e abilità matematiche, e la batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva (DDE-2, Sartori et al. 2007), utilizzata per la lettura di parole e non parole.

Nella valutazione della lettura si prendono in considerazione due parametri: la rapidità e l'accuratezza.

Con rapidità si intende il tempo impiegato per leggere una parola o un testo e può essere valutata attraverso il tempo o la velocità: il tempo, espresso in secondi, è l'intervallo di tempo che intercorre tra l'inizio e la fine del compito ed è una misura diretta, poiché permette di individuare le differenze nello stesso compito tra le prestazioni di soggetti diversi; la velocità, espressa in sillabe al secondo, è data dal rapporto tra tempo e quantità di materiale letto ed è una misura indiretta, poiché permette di confrontare le prestazioni dello stesso soggetto in compiti diversi, ad esempio di lettura di parole, di non parole o di brano.

Per quanto riguarda l'accuratezza si fa riferimento al numero e alla tipologia di errori di transcodifica commessi durante la lettura. Esistono diverse tipologie di errori di lettura, come, per esempio, inversioni di lettere all'interno di una sillaba o parola (es: "lad" invece di "dal"), omissioni di lettere o sillabe (es: "doni" invece di "domani"), aggiunte di lettere o sillabe (es: "tavovolo" invece di "tavolo"). Inoltre, le persone con dislessia evolutiva hanno particolare difficoltà nel distinguere lettere simili tra loro per suono (es: "d" e "t", "b" e "p") o per forma (es: "m" e "n", "b" e "d").

In generale, la dislessia evolutiva è caratterizzata da una lettura lenta, con errori frequenti e difficoltà nel capire il significato di un testo.

Sebbene la dislessia evolutiva porti ad una maggiore difficoltà di comprensione del testo, essa è diversa dal disturbo di comprensione del testo. L'ICD-11 (WHO, 2022) considera il disturbo di comprensione del testo come una componente del disturbo specifico della lettura. Invece, il DSM-5 (APA, 2013) alla categoria "con compromissione nella lettura", oltre alle compromissioni in accuratezza e velocità, riporta anche la comprensione del testo. Quindi, i soggetti con difficoltà di comprensione del testo hanno abilità cognitive generali nella norma, buone capacità di decodifica del testo, ma compromissioni nella capacità di comprendere ciò che viene letto; nello specifico, presentano un QI di performance superiore al QI verbale (Nation et al., 2010).

Per quanto riguarda l'origine della dislessia evolutiva, pur essendo ancora da approfondire, diversi studiosi hanno avanzato due ipotesi principali per spiegarne le cause: l'ipotesi linguistica (Bradley & Bryant, 1983; Snowling, 1987) e l'ipotesi visivo-attentiva, che prevede un deficit dell'attenzione spaziale (Facoetti et al., 2000; Facoetti & Molteni, 2001) e un deficit dei movimenti oculari (Biscaldi et al., 1994; 2000).

L'ipotesi linguistica sostiene che la dislessia sia dovuta ad una scarsa consapevolezza fonologica, che consiste nella conoscenza che il linguaggio è composto da sillabe e fonemi e nella capacità di associare i grafemi ai corrispondenti fonemi (Bradley & Bryant, 1983). Tale ipotesi verrà maggiormente approfondita nei paragrafi successivi.

Invece, l'ipotesi attentivo-visiva considera che la dislessia sia causata da deficit dell'attenzione spaziale, che comporta una riduzione della portata dell'attenzione visiva, con conseguente limitazione del numero di lettere che possono essere elaborate in parallelo (Facoetti et al., 2000), e schemi atipici nel movimento oculare. Infatti, il numero e l'ampiezza delle saccadi oculari sono un importante marcatore che permette di individuare la dislessia evolutiva e di distinguerla da altre difficoltà. Nelle persone con difficoltà di lettura i movimenti oculari sono più frequenti, di minore ampiezza e con un numero maggiore di saccadi all'indietro, rispetto ai normolettori. Inoltre, dislessici mostrano un elevato numero di fissazioni di lunga durata e instabilità durante la fissazione. Invece, nelle persone a sviluppo tipico le saccadi oculari sono di ampiezza variabile a seconda della lunghezza della parola per cercare di elaborarla con una singola fissazione e vengono fissate con meno frequenza e durata le congiunzioni e le particelle. Quindi, le persone con difficoltà di lettura hanno un modo diverso di esplorare visivamente il brano rispetto ai normolettori, che li porta a fissare tutto il testo allo stesso modo, con conseguenze negative sulla rapidità della lettura (Biscaldi et al., 1994, 2000).

Comunque, sebbene il deficit di consapevolezza fonologica sia considerato una delle cause prevalenti di dislessia, le due ipotesi non si escludono reciprocamente, e la dislessia va considerata come un deficit multifattoriale in cui concorrono sia aspetti fonologici, sia aspetti visivi ed attentivi (Premeti et al., 2022).

1.6.2 Disturbi specifici della scrittura

Per quanto riguarda la scrittura, è necessario fare riferimento a due processi linguistici diversi: la generazione linguistica del testo, grazie alla quale si formano in memoria di lavoro dei pensieri che verranno tradotti in un testo, e la trascrizione, che permette di trasferire questi pensieri in forma scritta. La trascrizione si caratterizza di una componente grafo-motoria, che permette la programmazione del gesto grafico per

produrre i singoli grafemi, e di una componente ortografica, che permette di convertire i fonemi in grafemi (Tressoldi & Vio, 2012).

Quindi, nelle difficoltà della scrittura possono essere compromesse tre tipologie di competenze: le competenze linguistiche, che si basano sull'acquisizione di processi fonologici, ortografici e lessicali (**disortografia**), le competenze prassiche, che richiedono il pattern grafo-motorio e la coordinazione oculo-motoria (**disgrafia**), e le competenze cognitive sottostanti all'espressione scritta, che permettono l'ideazione, la pianificazione e revisione di frasi o testi scritti (**disturbo dell'espressione scritta**).

1.6.2.1 Disortografia

Nella disortografia, il deficit prevalente è a livello dei processi di conversione fonema-grafema, con difficoltà nel costruire e recuperare le rappresentazioni ortografiche delle parole dal lessico ortografico. Questo porta le persone con disortografia a commettere diverse tipologie di errori nella scrittura, come omissioni, inversioni e sostituzioni per somiglianza fonologica (es: "d" con "t"), per somiglianza morfologica (es: "a" con "o"), o per entrambe (es: "b" con "d").

Le prove per la valutazione delle abilità di trascrizione ortografica della scrittura consistono di dettato di parole, non parole, brano e frasi omofone non omografe, con particolare attenzione al parametro velocità. Gli strumenti diagnostici più utilizzati per indagare la disortografia sono la batteria per la valutazione della scrittura e della componente ortografica (BVSCO, Tressoldi et al., 2012), la batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva (DDE-2, Sartori & Job, 2007) e la batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva (BVN 5-11, Bisiacchi et. al 2005).

1.6.2.2 Disgrafia

Per quanto riguarda la disgrafia, si tratta di una difficoltà nelle componenti prassiche che portano alla scrittura di lettere e numeri in maniera irregolare e poco decifrabile. I parametri indagati nella disgrafia sono la fluenza, che consiste nella velocità di realizzazione del tratto grafico, e la qualità del grafema, che risulta essere scarsamente o totalmente illeggibile.

Quindi, la componente grafica della scrittura può essere valutata attraverso diversi strumenti diagnostici: la batteria per la valutazione della scrittura e della componente

ortografica (BVSCO, Cornoldi et al., 2012) per la fluenza, la scala BHK (Hamstra- Bletz & Blöte, 1993) per il segno grafico, e la DGM-P (Borean et al., 2012) per la prensione e la postura.

1.6.2.3 Disturbo dell'espressione scritta

Infine, il disturbo dell'espressione scritta consiste in un deficit nella chiarezza e nell'organizzazione dell'espressione scritta (APA, 2013). La composizione di un testo scritto si divide in diverse fasi che si influenzano a vicenda e necessitano di molte risorse cognitive: la pianificazione, in cui si crea una rappresentazione mentale, fatta di parole chiave e immagini allo scopo di ordinare le informazioni, la stesura, in cui la rappresentazione mentale viene esplicitata attraverso una struttura linguistica scritta, e la revisione, in cui viene continuamente rivalutata la correttezza e la coerenza del testo. Quindi, nel disturbo dell'espressione scritta il paziente ha difficoltà in alcune o tutte queste parti.

Gli strumenti maggiormente usati per la valutazione dell'espressione scritta si concentrano sulla scrittura spontanea e sono la batteria per la valutazione della scrittura e della componente ortografica (BVSCO, Cornoldi et al., 2012), e Io scrivo, valutazione e potenziamento delle abilità di espressione scritta (Re et al., 2009).

1.6.3 Discalculia

La discalculia evolutiva consiste nel disturbo specifico dell'apprendimento nell'ambito aritmetico e si possono distinguere due forme: la discalculia semantica e la discalculia procedurale (CC, 2009, 2011).

Per capire la differenza tra le due tipologie di discalculia è necessario ricordare che il sistema del calcolo del numero è formato da alcune macro-aree: le componenti lessicali e sintattiche implicate nella lettura e scrittura dei numeri, il processamento numerico, i fatti aritmetici, gli algoritmi del calcolo scritto, e il giudizio sulla grandezza del numero, anche detto senso del numero.

Nella discalculia semantica sono presenti delle difficoltà nel processamento numerico, in particolare nella costruzione della linea dei numeri, nei fatti aritmetici e nel senso del numero.

Invece, la discalculia procedurale consiste in difficoltà nella letto-scrittura del numero, con errori di natura sintattica (es. “13071” invece di “1371”) ed errori di sequenza (es. “489” invece di “984”), e negli algoritmi del calcolo scritto, con errori nel prestito e riporto e limitata disponibilità delle tabelline.

La diagnosi di discalculia evolutiva può essere fatta partire dalla terza elementare e gli strumenti diagnostici più utilizzati sono il test ABCA (Lucangeli et al., 1998), il Test Discalculia (Lucangeli et al., 2009), il test di valutazione delle abilità di calcolo e del ragionamento matematico, (AC-MT 3, Cornoldi et al., 2020) e la batteria per la valutazione della discalculia evolutiva (BDE-2, Biancardi et al., 2016)

Infine, la discalculia evolutiva ha degli effetti sul piano sociale; infatti, porta a difficoltà nella gestione dei quantificatori di tempo e di spazio, nell’uso dell’orologio e del denaro (Vigna et al., 2022).

1.7 Modelli teorici di riferimento

Numerosi studiosi hanno cercato di proporre dei modelli in grado di dare una spiegazione rispetto ai disturbi specifici dell’apprendimento. Questi modelli sono prevalentemente modelli neuropsicologici cognitivi che intendono le varie funzioni mentali implicate negli apprendimenti come un insieme di moduli dotati di una propria autonomia funzionale in interazione tra loro.

1.7.1 Modello a due vie di Coltheart

Coltheart (2006) propone il modello a due vie, applicabile sia per la lettura, sia per la scrittura (Figura 1.1). Il primo stadio della lettura di una parola prevede l’analisi visiva di essa. Il secondo stadio può avvenire attraverso due vie differenti: la via di lettura sublessicale fonologica, o la via di lettura lessicale semantica.

Nella via fonologica vengono analizzate le singole lettere e sillabe che compongono la parola e ad ogni grafema viene attribuito il corrispondente fonema, attraverso regole di conversione grafema-fonema. I segmenti fonologici così ottenuti sono mantenuti nella memoria fonologica a breve termine permettendo il recupero della parola dal repertorio lessicale. Quindi, la via fonologica permette di convertire la parola in una sequenza fonologica, consentendo così di leggere parole regolari e non parole.

Invece, nella via lessicale la parola viene riconosciuta globalmente all'interno del lessico ortografico in entrata, che è un dizionario visivo della parola all'interno del quale la parola emersa viene confrontata con parole simili presenti nel magazzino. Dopo di che, la parola viene analizzata dal sistema semantico, un magazzino a lungo termine in cui ogni parola è associata al rispettivo significato. Poi, il significato della parola viene individuato attraverso un processo di ricerca nel lessico fonologico in uscita, che è un magazzino a lungo termine in cui le parole sono memorizzate nella forma fonologica. Quindi, la via lessicale permette di attivare una rete di informazioni che danno significato alla parola, accedendo direttamente al lessico mentale, portando così a leggere parole di cui l'individuo ha già appreso l'ortografia in precedenza, fondamentale per le parole omografe, non omofone (es: "earth" e "heart").

Il terzo e ultimo stadio è comune ad entrambe le vie di lettura ed implica un magazzino di memoria temporaneo, ovvero il *buffer fonemico*. L'informazione, prodotta da una delle due vie e che permette la corretta pronuncia della parola, viene inviata al buffer fonemico, in cui la struttura fonemica della parola viene trasformata nella struttura fono-articolatoria che consente di pronunciare la parola stessa.

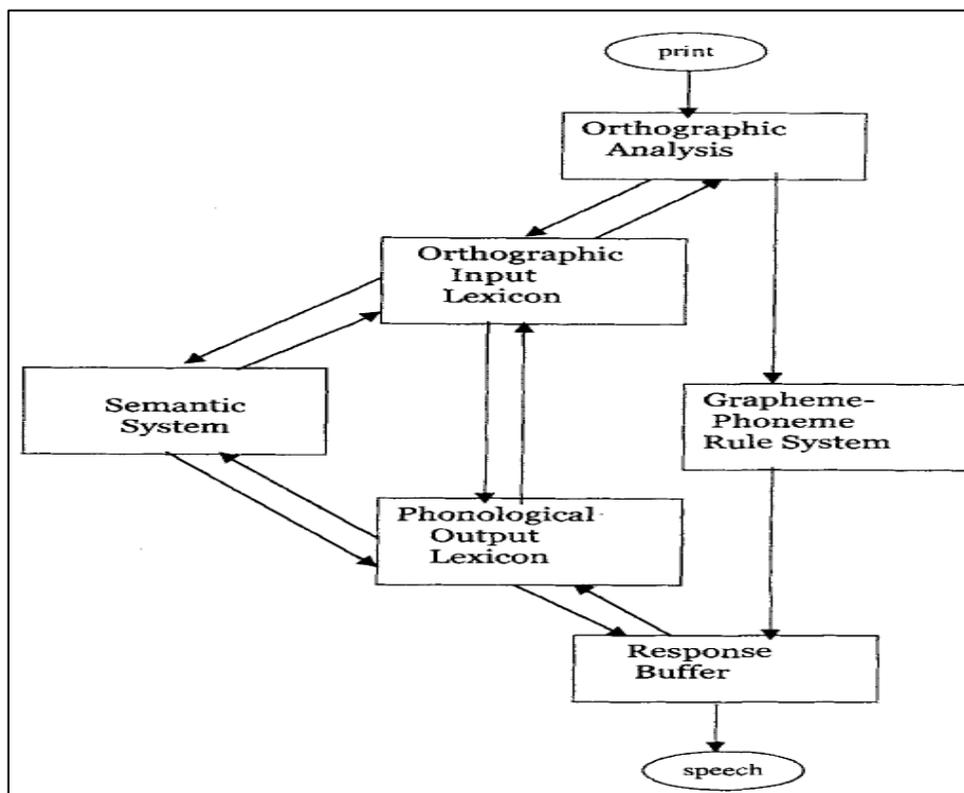


Figura 1.1 Modello a due vie di Coltheart (2006)

Dal momento che è possibile dividere il processo di lettura e scrittura in diversi passaggi, diventa più semplice individuare lo stadio compromesso e impostare un intervento focalizzato su di esso. Quindi, sulla base del modello a due vie di Coltheart, si possono definire due diverse forme di dislessia evolutiva: la dislessia superficiale e la dislessia fonologica. La dislessia superficiale prevede un deficit nell'utilizzo della via lessicale che porta l'individuo a non riuscire a leggere parole irregolari e parole omofone, non omografe, poiché fatica nel risalire al significato e, quindi, alla rappresentazione lessicale della parola. Invece, la dislessia fonologica prevede un deficit nello sviluppo della via sub-lessicale, quindi l'individuo ha difficoltà nell'utilizzo delle procedure di conversione grafema-fonema, con conseguente lentezza e poca accuratezza nella lettura di non parole, dove non può accedere al lessico, che risulterebbe preservato.

1.7.2 Modello evolutivo di Uta Frith

Un altro modello importante per spiegare l'acquisizione della capacità di lettura e di scrittura è il modello evolutivo di Uta Frith (1985). Secondo l'autrice, le componenti della lettura e della scrittura si sviluppano secondo una sequenza di quattro stadi indipendenti: pittografico, logografico, alfabetico e ortografico.

Lo stadio pittografico, che caratterizza il periodo prescolare, è definito dalla capacità del bambino di riconoscere globalmente le parole e di associare le parole più conosciute, ad esempio il proprio nome, al rispettivo disegno.

Nello stadio logografico, tra 4 e 5 anni, il bambino riconosce alcune parole grazie ad alcuni indizi, ma ancora non ha conoscenze sulla struttura ortografica e fonologica della parola.

Durante lo stadio alfabetico, tra 6 e 7 anni, il bambino impara a segmentare le parole riconoscendo i fonemi ed è in grado di leggere attraverso le regole di conversione grafema-fonema, quindi utilizzando solo la via fonologica.

Nello stadio ortografico, attorno ai 7 e 8 anni, il bambino impara che esistono delle regolarità nel meccanismo di conversione grafema-fonema e che la combinazione di lettere in parole non è illimitata ma regolamentata da regole ortografiche e sintattiche precise. A partire da questo stadio, il bambino è in grado di leggere attraverso la via lessicale.

1.7.3 Modello modulare di McCloskey

Per quanto riguarda l'apprendimento della matematica, secondo McCloskey e colleghi (1985, 1992), le competenze di elaborazione numerica dipendono da diverse strutture cognitive distinte in diversi moduli. Nello specifico, l'autore propone un modello (Figura 1.2) in cui il sistema di comprensione converte l'espressione numerica in una quantità astratta, la quale viene trasformata attraverso tre componenti: le operazioni base, i segni e le procedure del calcolo. Infine, si attiva il sistema di produzione che permette di eseguire il calcolo. Nella comprensione e nella produzione dei numeri intervengono processi lessicali, semantici e sintattici, indipendenti tra loro e che consentono di elaborare le singole cifre di un numero e i rapporti tra di esse. Quindi, secondo l'autore, nella discalculia evolutiva possono essere coinvolte una o più di queste componenti.

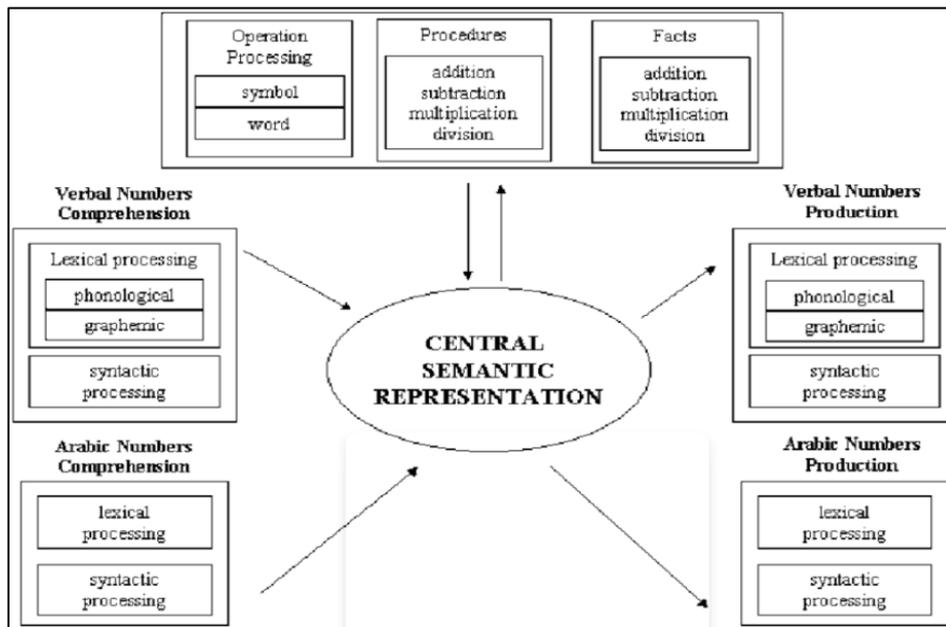


Figura 1.2 Modello modulare di McCloskey et al. (1985)

1.7.4 Modello di Butterworth

Butterworth (2005) propone un modello in cui sottolinea come l'origine della prestazione deficitaria in matematica nella discalculia sia riconducibile all'elaborazione numerica.

Infatti, l'autore ipotizza l'esistenza di un modulo numerico innato che permette di attribuire un valore numerico a piccoli gruppi di oggetti. Questa abilità, presente fin dalla

nascita, viene allenata e migliorata grazie all'istruzione che il bambino riceve. Però, questa abilità iniziale può essere deficitaria, portando a difficoltà nella rappresentazione e nell'elaborazione dei numeri e, quindi, a scarse prestazioni in matematica tipiche degli individui con discalculia, che permangono nonostante vengano messi in atto degli interventi.

1.7.5 Modello di Temple

Un'altra importante teoria è quella proposta dalla Temple (1991), che si concentra sull'acquisizione di algoritmi e sulle procedure aritmetiche. Nello specifico, l'autrice ha individuato tre tipi di discalculia: per le cifre, procedurale e per i fatti aritmetici.

La discalculia per le cifre prevede la compromissione nei processi lessicali nel sistema di comprensione del numero e di produzione del calcolo. La discalculia procedurale comprende un deficit nelle procedure del calcolo, quindi nella risoluzione delle operazioni. Infine, la discalculia per i fatti aritmetici consiste nella difficoltà nell'acquisizione dei numeri nel sistema del calcolo, in particolare della moltiplicazione (Lucangeli & Mammarella, 2010).

CAPITOLO 2

L'ansia per la matematica

Una delle prime definizioni di ansia per la matematica è stata proposta da Richardson e Suinn (1972), che hanno definito l'ansia per la matematica come “*un sentimento di tensione e ansia che interferisce con la manipolazione dei numeri e con la risoluzione di problemi matematici nella vita quotidiana e nelle situazioni accademiche*”.

Quindi, dal momento che influisce sulle prestazioni scolastiche e ha ripercussioni in vari ambiti della vita degli individui, l'ansia per la matematica costituisce un'importante oggetto di studio, in particolar modo nel campo dei disturbi e delle difficoltà dell'apprendimento.

2.1 Definizioni e aspetti legati all'ansia per la matematica

L'ansia per la matematica (*math anxiety*) è un costrutto multidimensionale caratterizzato da reazioni emotive, cognitive, fisiologiche e comportamentali in contesti legati alla matematica. Nello specifico, l'ansia per la matematica consiste in uno stato di disagio causato dall'esecuzione di compiti di matematica (Ma & Xu, 2004), e si compone di una dimensione cognitiva, che si riferisce alla preoccupazione per la prestazione, e una dimensione emotiva, che riguarda la tensione e le reazioni fisiologiche associate alla matematica (Wigfield & Meece, 1988). Inoltre, l'ansia per la matematica correla positivamente con l'ansia da test, ma viene considerata come un costrutto distinto (Ashcraft & Ridley, 2005), e si divide in ansia per l'apprendimento matematico, che emerge in situazioni che implicano l'uso della matematica, e in ansia da valutazione, che si manifesta in situazioni che prevedono un giudizio relativo ad una prestazione in matematica (Suinn & Edwards, 1982).

Un'importante ricerca empirica sull'ansia per la matematica è stata condotta da Dreger e Aiken (1957), i quali hanno utilizzato il termine ansia da numero (*number anxiety*) per riferirsi alle reazioni emotive negative alla matematica e ai numeri. Nello specifico, Dreger e Aiken hanno analizzato i risultati di un test di intelligenza, i voti finali di un corso universitario di matematica e i punteggi ottenuti in una versione modificata della scala Taylor dell'ansia manifesta (Taylor Scale of Manifest Anxiety). I risultati

hanno mostrato che l'ansia da numero è un costrutto separato e non correlato all'ansia generale, non correlato all'intelligenza generale e correlato negativamente ai voti in matematica.

In maniera simile, nella meta-analisi di Hembree (1990) è emerso che l'ansia per la matematica correla negativamente con il piacere, la motivazione e la fiducia in sé stessi in matematica, le opinioni sull'utilità della matematica, i risultati e i voti ottenuti in matematica e la quantità di corsi di matematica frequentati alle scuole superiori e all'università.

2.1.1 Aspetti cognitivi

Come detto in precedenza, diversi ricercatori hanno riconosciuto che l'ansia per la matematica, come le altre tipologie di ansia, comporta una componente cognitiva (Dew et al., 1983).

Ashcraft e Faust (1994, 1996) hanno preso in considerazione le conseguenze dell'ansia per la matematica sull'elaborazione cognitiva delle informazioni aritmetiche, presentando addizioni e moltiplicazioni semplici e con o senza riporto e confrontando la prestazione in gruppi con livelli diversi di ansia per la matematica. Per quanto riguarda le addizioni a due colonne, i gruppi con ansia più elevata hanno affrontato queste operazioni in modo più lento e sono stati maggiormente rallentati dalla presenza del riporto rispetto al gruppo con bassa ansia. Per di più, in alcune operazioni è stato ampliato l'intervallo di valori per le risposte errate e si è notato che, a differenza del gruppo a bassa ansia, che mostra un miglioramento delle prestazioni con l'aumentare dell'intervallo, i gruppi con maggiore ansia hanno commesso più errori all'aumentare dell'intervallo di valori, suggerendo, quindi, una carenza nel senso del numero. Infine, per escludere che la competenza matematica sia un fattore confondente nello spiegare gli effetti dell'ansia per la matematica, sono stati presentati gli stessi stimoli in un formato carta e matita non cronometrato, dove non è emersa alcuna relazione tra le prestazioni e il livello di ansia per la matematica.

Dal momento che la memoria di lavoro è fondamentale nell'esecuzione di compiti matematici, come ad esempio le addizioni a due colonne (Ashcraft & Stazyk, 1981), diversi autori hanno ipotizzato che l'ansia da matematica causi un'interruzione nell'elaborazione durante l'esecuzione di calcoli che richiedano la memoria di lavoro.

In una ricerca, Ashcraft e Kirk (2001) hanno posto i partecipanti con alti e bassi livelli di ansia per la matematica in un contesto di doppio compito, chiedendo loro di eseguire problemi di addizione a difficoltà crescente: prima dell'addizione venivano mostrate due o sei lettere che dovevano essere mantenute in memoria mentre si risolveva l'operazione e poi richiamate subito dopo aver dato la risposta. Gli autori hanno notato che i problemi di addizione più grandi, in particolare quelli con il riporto, essendo più impegnativi per le risorse della memoria di lavoro, hanno interferito maggiormente rispetto ai problemi più semplici, soprattutto quando sei lettere dovevano essere mantenute in memoria per il richiamo. Inoltre, mentre i due gruppi hanno riportato lo stesso numero di errori nella condizione di doppio compito quando il problema non comportava un riporto, l'effetto di interferenza tra due compiti è risultato maggiore nei problemi con il riporto per il gruppo con alti livelli di ansia per la matematica. Infatti, secondo gli autori, in questo gruppo le risorse cognitive necessarie per lo svolgimento di operazioni complesse erano impegnate dalle preoccupazioni indotte dall'ansia, che hanno interferito ulteriormente nella memoria di lavoro.

Secondo questo modello, definito da Ramirez e colleghi (2018) *disruption account*, le preoccupazioni indotte dall'ansia per la matematica consumano le risorse di memoria di lavoro e risulta difficile inibire l'attenzione verso queste preoccupazioni. Infatti, secondo questi autori, l'ansia per la matematica non porta ad un'alterazione globale delle prestazioni dovuta a una minore competenza generale in matematica, ma produce un'alterazione transitoria dovuta all'interferenza nella memoria di lavoro.

Per questi motivi, diversi ricercatori si sono chiesti se gli individui con un'elevata ansia da matematica abbiano difficoltà ad inibire i processi attenzionali verso stimoli minacciosi o irrilevanti per lo svolgimento del compito. In uno studio di Hopko e collaboratori (1998), i partecipanti hanno letto a voce alta brani di testo in corsivo in cui erano state inserite parole distrattive irrilevanti in carattere normale legate alla matematica. Gli autori hanno notato che i partecipanti con alti livelli di ansia per la matematica erano meno capaci di inibire l'attenzione alle parole distrattive irrilevanti e, quindi, hanno riportato una lettura più lenta e un maggior numero di errori nelle domande poste dopo aver letto il brano, rispetto ai partecipanti con bassi livelli di ansia per la matematica.

Risultati simili sono stati ottenuti da Suarez-Pellicioni e colleghi (2015) e da Rubinstein e collaboratori (2015), che hanno utilizzato rispettivamente un compito di Stroop e un compito di dot-probe. Anche in questi compiti, i partecipanti con elevata ansia per la matematica, non essendo in grado di inibire l'attenzione verso stimoli legati alla matematica, hanno processato preferibilmente questo tipo di stimoli o la loro posizione, rispetto agli altri stimoli presentati.

Altri autori hanno ipotizzato che alti livelli di ansia per la matematica siano legati alla carenza di competenze più di base della memoria di lavoro. Infatti, Ramirez, Shaw e Maloney (2018) hanno proposto la teoria delle competenze ridotte (*reduced competency account*), secondo cui le minori competenze matematiche, in particolare quelle numeriche e spaziali di base, portino ad un apprendimento e a prestazioni più scadenti, generando così l'ansia per la matematica. Maloney e collaboratori (2010, 2011, 2015) hanno verificato questo presentando ai partecipanti dei loro studi un compito di enumerazione, uno di comparazione di numeri e uno di orientamento spaziale, e hanno notato che i partecipanti con alti livelli di ansia per la matematica sono stati meno precisi e più lenti rispetto ai partecipanti con bassi livelli di ansia per la matematica. Questi risultati hanno portato gli autori a concludere che l'ansia per la matematica potrebbe essere dovuta a carenze nelle abilità di base, che emergono maggiormente durante il percorso scolastico all'aumentare della complessità degli argomenti di matematica che vengono affrontati.

Per quanto riguarda l'autopercezione in matematica, e quindi la valutazione delle proprie capacità matematiche, essa può mediare la relazione tra prestazioni matematiche e ansia per la matematica, e di solito si riscontra una relazione negativa tra l'autovalutazione in matematica e l'ansia per la matematica (Hembree, 1990). Ahmed e colleghi (2012) hanno cercato di capire attraverso uno studio longitudinale su studenti della scuola secondaria di primo grado, se l'ansia porti a una minore autovalutazione in matematica o se una bassa autovalutazione causi l'ansia. Dai risultati è emerso che esiste una relazione bidirezionale tra questi due aspetti, ma l'effetto dell'autovalutazione in matematica sull'ansia per la matematica successiva è maggiore dell'effetto dell'ansia sull'autovalutazione successiva.

2.1.2 Aspetti emotivi

Per comprendere meglio l'ansia per la matematica, oltre ai fattori cognitivi, sono importanti anche i fattori emotivi, intesi come le emozioni che emergono durante una situazione legata all'apprendimento o alla valutazione in matematica.

Nel dettaglio, le risposte emotive possono essere diverse per gravità e intensità, come la frustrazione, il panico, la paralisi e il pianto, in un contesto matematico (Tobias & Weissbrod, 1980). Secondo altri autori, la prestazione in matematica è influenzata da fattori motivazionali ed emotivi come l'impotenza, la depressione, l'ansia e l'autostima (Lundberg & Sterner, 2006).

Ancora, lo stato d'ansia, le emozioni negative e le sensazioni di preoccupazione sperimentate durante le lezioni di matematica influenzano negativamente l'apprendimento e le abilità numeriche di base negli adulti (Jameson & Fusco, 2014; Maloney & Beilock, 2012) e nei bambini (Hill et al. 2016).

In uno studio, Petronzi e collaboratori (2018) hanno analizzato diversi fattori, tra cui quelli emotivi, che possono influenzare gli atteggiamenti nei confronti della matematica in bambini di età compresa tra i 4 e i 7 anni (Figura 2.1). Dai risultati è emerso che il successo in matematica promuove risposte emotive positive, che vengono rinforzate in classe da sistemi di ricompensa che promuovono la rivalità e identificano i bambini più competenti in matematica. Inoltre, i bambini riconoscono che le emozioni positive sono collegate a un senso di alta capacità, alla fiducia in sé stessi e alla risoluzione dei compiti di matematica, e questa percezione di elevate capacità permette ai bambini di riconoscere i limiti delle loro competenze senza subire conseguenze emotive negative ed effetti sul rendimento in caso di fallimento. Per quanto riguarda le emozioni negative, alcuni bambini provano una forte preoccupazione quando vengono sottoposti a compiti di matematica, e questo pone il bambino a rischio di sviluppare atteggiamenti negativi nei confronti della matematica in futuro (Maslow, 1943). Ancora, il fallimento in matematica, reale o immaginato, produce nei bambini sentimenti di paura e di autovalutazione critica. Per di più, alcuni bambini sembrano essere consapevoli delle loro scarse capacità e le emozioni negative provate aumentano quando questo viene richiamato durante la lezione. Infine, per quanto riguarda compiti di matematica difficili, i bambini che si percepiscono competenti in matematica riportano di affrontare questi compiti come una sfida positiva,

mentre i bambini che si sentono poco competenti, li percepiscono come un ostacolo accompagnato da elevate emozioni negative, come rabbia e frustrazione.

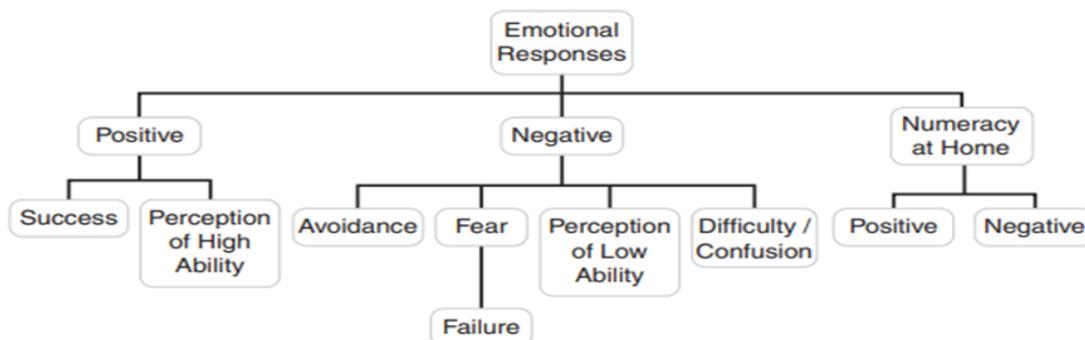


Figura 2.1. Risposte emotive legate all'ansia per la matematica (Petronzi et al., 2018)

2.1.3 Aspetti socioculturali

Nello studio degli aspetti che possono concorrere all'ansia per la matematica, bisogna considerare anche i comportamenti e le convinzioni degli insegnanti e dei genitori, poiché possono influenzare le abilità in matematica di bambini e ragazzi (Ramirez et al., 2013). L'importanza di questo viene sottolineata dalla meta-analisi di Hembree (1990), in cui è emerso che il punteggio medio più alto di ansia per la matematica tra i corsi universitari è quello della specializzazione di educazione elementare, e quindi gli insegnanti con alti livelli di ansia per la matematica attraverso i propri comportamenti, possano influenzare negativamente gli atteggiamenti verso la matematica dei loro studenti.

Per verificare questo, Beilock e colleghi (2010) hanno valutato l'ansia per la matematica degli insegnanti di prima e seconda elementare, i risultati matematici dei loro studenti e l'approvazione di stereotipi sulla matematica, notando che l'ansia per la matematica degli insegnanti era direttamente correlata ai risultati in matematica degli alunni e alle loro credenze sulle capacità matematiche.

In maniera simile, Maloney e collaboratori (2015) hanno analizzato l'ansia per la matematica dei genitori, la frequenza e la durata delle sessioni di aiuto per i compiti a casa con i loro figli. Dai risultati è emerso che i genitori con alti livelli di ansia per la matematica che aiutavano frequentemente nei compiti a casa avevano figli che presentavano maggiore ansia per la matematica, rispetto ai bambini aiutati da genitori non ansiosi, o a quelli i cui genitori con elevata ansia per la matematica aiutavano raramente

nei compiti a casa. Altre ricerche hanno mostrato che i genitori con alti livelli di ansia per la matematica esprimono atteggiamenti più negativi nei confronti della matematica, come bassa autoefficacia e bassa motivazione, rispetto ai genitori con bassi livelli di ansia per la matematica, e questo produce effetti negativi su come i loro figli percepiscono e affrontano la matematica (Hembree, 1990).

2.1.4 Aspetti neurobiologici

Altri ricercatori hanno indagato le basi biologiche dell'ansia per la matematica, tra cui Wang e collaboratori (2014), che hanno somministrato a gemelli omozigoti ed eterozigoti dei test per valutare l'ansia per la matematica, l'ansia generale, la risoluzione di problemi matematici e la comprensione del testo. Dai risultati è emerso che il 40% della variazione dell'ansia da matematica è riconducibile a fattori genetici legati alla scarsa capacità di risolvere i problemi di matematica, mentre il 60% a fattori ambientali specifici per l'ansia generale. Secondo gli autori, questi fattori genetici e ambientali sono fattori di rischio per lo sviluppo dell'ansia per la matematica, portando a prestazioni matematiche scadenti, che, a loro volta, sono seguite da conseguenze negative, sia dal punto di vista emotivo-motivazionale, sia dal punto di vista scolastico.

Per quanto riguarda le regioni cerebrali implicate nell'ansia per la matematica, Young e colleghi (2012) hanno utilizzato l'fMRI su bambini di età compresa tra i 7 e i 9 anni mentre svolgevano addizioni e sottrazioni. Gli autori hanno notato che bambini con alti livelli di ansia per la matematica riportavano una maggiore attivazione dell'amigdala destra, la quale presentava anche una maggiore connettività con le aree cerebrali associate all'ansia sociale e generale, e una minore attivazione cerebrale in regioni associate all'elaborazione matematica, tra cui il solco intraparietale, il lobulo parietale superiore e la corteccia prefrontale dorsolaterale destra, rispetto ai bambini con bassi livelli di ansia per la matematica.

In un altro studio, Lyons e Beilock (2012) hanno testato con fMRI adulti con diversi livelli di ansia per la matematica, a cui è stato dato un segnale prima della presentazione di prove di matematica o di parole, che li avvertiva del tipo di compito che avrebbero dovuto svolgere. Dai risultati è emerso che i partecipanti con alti livelli di ansia per la matematica, rispetto ai partecipanti con bassi livelli di ansia per la matematica, hanno riportato una maggiore attivazione dell'insula dorso-posteriore bilaterale e della corteccia

medio-cingolata, regioni importanti nel rilevamento delle minacce viscerali e del dolore, durante il periodo di anticipazione che precede l'elaborazione del problema matematico. Inoltre, una parte dei partecipanti del gruppo con alti livelli di ansia per la matematica ha riportato molti più errori nei problemi di matematica, mentre un'altra parte dello stesso gruppo ha riportato un numero di errori simile rispetto al gruppo con bassi livelli di ansia per la matematica. Dai risultati è emerso che i partecipanti con un'elevata ansia matematica con buone prestazioni in matematica hanno mostrato, durante il periodo di anticipazione, una maggiore attivazione delle regioni fronto-parietali, che sono fondamentali per l'elaborazione matematica. Per questo motivo, secondo gli autori, le prestazioni matematiche dipendono dalla capacità di attivare processi di controllo cognitivo, come ad esempio inibire l'attenzione verso le preoccupazioni o aumentare la motivazione, prima della risoluzione di un problema matematico, e non tanto dal livello generale di ansia per la matematica.

2.2 Strumenti per valutare l'ansia per la matematica

Per quanto riguarda la misurazione dell'ansia per la matematica, sono stati ideati numerosi strumenti che consentono di rilevare misure autodescrittive, comportamentali, fisiologiche e neuronali. Il tipo di strumento scelto per analizzare l'ansia per la matematica dipende dal modello di riferimento utilizzato e se si desidera esaminare una componente più generale o specifica del costrutto. In questo paragrafo verranno presentate prima le misure autodescrittive più diffuse, tra cui questionari e scale di valutazione, che rappresentano lo strumento più utilizzato nello studio dell'ansia per la matematica.

Il primo strumento creato per misurare in maniera specifica l'ansia per la matematica è il MARS (*Mathematics Anxiety Rating Scale*, Richardson & Suinn, 1972), composto da 98 item, che valuta situazioni di vita quotidiana e contesti accademici legati alla matematica. In seguito, sono state create delle versioni abbreviate della scala, come il MARS-R (*MARS-Revised*; Plake & Parker, 1982) composto da 24 item, o il sMARS (Alexander & Martray, 1989), composto da 25 item, che correlano con il MARS e hanno buone proprietà psicometriche (Dowker et al. 2016).

Uno dei questionari self-report più utilizzati in questo ambito è l'AMAS (*Abbreviated Math Anxiety Scale*, Hopko et al., 2003), composto da nove item, che

permette di valutare l'ansia per l'apprendimento della matematica (*math learning anxiety*) e l'ansia per la valutazione in matematica (*math texting anxiety*). Questo questionario può essere somministrato in poco tempo, a diverse fasce d'età e in differenti contesti linguistici e culturali.

Passando alle misure comportamentali, nello studio dell'ansia per la matematica vengono spesso valutati il tempo di reazione e l'accuratezza durante i compiti di matematica. Ashcraft & Faust (1994) hanno notato che queste due misure dipendono dal livello di ansia per la matematica. Nello specifico, gli individui con alti livelli di ansia per la matematica riportano bassa accuratezza e bassi tempi di reazione, a differenza degli individui con bassi livelli di ansia per la matematica, che mostrano alta accuratezza e bassi tempi di reazione, e degli individui con medi livelli di ansia per la matematica, che riportano alta accuratezza e alti tempi di reazione. Secondo gli autori, un'elevata ansia per la matematica sembra spingere i partecipanti affinché finiscano il più velocemente possibile, senza dare molta importanza all'accuratezza nelle risposte, così da terminare in fretta un compito percepito come poco piacevole. Inoltre, come anticipato nel paragrafo precedente, all'aumentare della pressione temporale coincide una prestazione nei compiti di matematica semplici peggiore nelle persone con medi e alti livelli di ansia per la matematica rispetto agli individui con bassi livelli di ansia per la matematica, e questa differenza non emerge in una condizione non cronometrata.

Altri studiosi hanno proposto di valutare aspetti comportamentali e fisiologici come i livelli di cortisolo (Sarkar et al., 2014), la postura (Doumas et al., 2018), la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, la conduttanza cutanea e la temperatura (Salvia et al., 2013), prima e dopo l'esecuzione di un compito di matematica, per indagare l'ansia per la matematica.

Per quanto riguarda le misure neuroscientifiche, vengono usati diversi metodi di neuroimmagine e di stimolazione cerebrale per individuare i correlati neurali dell'ansia per la matematica. Ad esempio, è stata utilizzata la fMRI su individui con differenti livelli di ansia per la matematica e tra i partecipanti sono emersi una diversa connettività funzionale (Young et al., 2012), una differente disattivazione della rete di modalità predefinita (Pletzer et al., 2015) e alterazioni dei correlati strutturali (Hartwright et al., 2018). Ancora, altri studiosi utilizzano la TMS, che permette di inibire una regione specifica del cervello durante lo svolgimento di un compito. Questo strumento è stato

utilizzato da Sarkar e collaboratori (2014) su una regione cerebrale responsabile della regolazione delle emozioni per ridurre il livello di cortisolo, e questo ha portato a migliori prestazioni in matematica nei partecipanti con alti livelli di ansia per la matematica.

2.3 Modelli teorici di riferimento

Come detto in precedenza, diversi studi hanno evidenziato che esiste una correlazione negativa tra ansia per la matematica e prestazione in matematica, anche se si ritiene che la relazione non sia così lineare (Ramirez et al., 2016). Infatti, non è ancora chiaro se le prestazioni scadenti aumentano l'ansia per la matematica, oppure se è quest'ultima a peggiorare la performance in matematica.

Le principali teorie che hanno cercato di definire l'origine e il mantenimento dell'ansia per la matematica sono la *Deficit Theory* (Tobias, 1986), la *Deleterious Anxiety Model* (Carey et al. 2016) e la *Reciprocal Theory* (Carey et al., 2016).

2.3.1 Teoria del deficit

La teoria del deficit sostiene che l'ansia per la matematica emerge in seguito alla consapevolezza di scarse prestazioni matematiche in passato (Tobias, 1986). Di conseguenza, nell'affrontare un compito di matematica, l'individuo ricorda le precedenti prestazioni scadenti e ciò provoca ansia nello svolgimento del compito nel presente.

Questa teoria è supportata dagli studi che hanno dimostrato che i bambini con discalculia riportano più alti livelli di ansia per la matematica, rispetto ai bambini con prestazioni in matematica nella norma (Passolunghi, 2011; Lai et al., 2015). Inoltre, altre ricerche hanno evidenziato che la performance in matematica nel presente, predice i livelli di ansia per la matematica negli anni accademici futuri (Ma & Xu, 2004). Per di più, altri autori hanno notato un deficit nell'elaborazione numerica di base in adulti con alti livelli di ansia per la matematica, indicando quindi che la prestazione in matematica è stata influenzata in una fase iniziale dell'apprendimento della matematica (Maloney et al., 2011, 2015).

2.3.2 Modello dell'ansia debilitante

Secondo il modello dell'ansia debilitante (Carey et al., 2016), l'ansia per la matematica influenza l'apprendimento e l'utilizzo delle abilità numeriche, ostacolando il

ricordo dell'apprendimento matematico precedente attraverso un'interruzione della preelaborazione, dell'elaborazione e del recupero delle informazioni, portando a prestazioni scadenti in matematica. Nello specifico, l'interferenza consiste nella preoccupazione dell'individuo durante l'esecuzione di compiti di matematica, soprattutto quelli complessi, che porta a distogliere l'attenzione da essi. (Ashcraft & Krause, 2007). Inoltre, secondo questo modello le persone che soffrono di alti livelli di ansia per la matematica sono propense ad evitare situazioni in cui sia necessario l'uso della matematica (Hembree, 1990; Carey et al., 2016).

Le ricerche a supporto di questa teoria hanno osservato l'influenza negativa che l'ansia per la matematica ha sulla memoria di lavoro nella risoluzione di problemi matematici (Ashcraft & Kirk, 2001), e che la rimozione della pressione temporale durante un compito di matematica riduce la relazione negativa tra ansia per la matematica e prestazione (Ashcraft & Faust, 1994). Altre evidenze a sostegno della teoria derivano dagli studi che hanno considerato e reso saliente la minaccia dello stereotipo di genere, secondo cui le donne sono peggiori degli uomini in matematica, e questo ha portato ad una prestazione in matematica peggiore da parte delle donne (Galdi et al. 2014).

2.3.3 Teoria Reciproca

Dal momento che gli studi longitudinali tendono a sostenere la teoria del deficit, poiché ripetute esperienze negative in matematica portano ad un aumento dell'ansia per la matematica nel corso del tempo, mentre gli studi sperimentali tendono a dare supporto al modello dell'ansia debilitante, poiché i meccanismi ipotizzati da questa teoria producono ripercussioni negative sulle prestazioni a breve termine, Carey e collaboratori (2016) hanno proposto la teoria reciproca, col tentativo di conciliare i modelli appena descritti. Nello specifico, gli autori hanno ipotizzato una relazione bidirezionale tra ansia per la matematica e prestazione in matematica, in cui alti livelli di ansia per la matematica portano a prestazioni più scadenti in matematica e basse prestazioni conducono ad un aumento dell'ansia per la matematica.

A sostegno di questa teoria, Luo e collaboratori (2014), attraverso uno studio longitudinale, hanno notato che alti livelli di ansia per la matematica erano legati ai risultati ottenuti in precedenza dagli studenti, e che l'ansia per la matematica era collegata ai voti che avrebbero ottenuto in seguito. Prove di una relazione non univoca, ma

bidirezionale tra ansia per la matematica e prestazioni in matematica sono state ottenute anche nei bambini della scuola primaria (Cargnelutti et al., 2017).

Infine, gli studi di intervento hanno prodotto evidenze sulla validità di questa teoria, proponendo interventi che migliorano uno dei due aspetti, che portano a migliorare anche l'altro. Per esempio, Kamann e Wong (1993) hanno notato che il trattamento dell'ansia per la matematica può migliorare la performance, pur non allenando le competenze in matematica. Invece, Supekar e colleghi (2015) hanno evidenziato che proponendo interventi volti a migliorare le prestazioni matematiche dei bambini, si ottiene anche una riduzione dell'ansia per la matematica.

Quindi, esiste una relazione bidirezionale significativa tra l'ansia per la matematica e le scarse prestazioni in matematica, però questa relazione non sempre funziona come descritto. Infatti, non tutte le persone con ansia per la matematica hanno basse prestazioni in matematica, e non sempre alte prestazioni in matematica sono accompagnate da bassi livelli di ansia per la matematica. Per questi motivi, le ricerche future dovranno indagare le circostanze in cui i vari fattori di rischio portano l'ansia da matematica e le prestazioni in matematica ad interagire nel creare un circolo vizioso che si autoalimenta.

2.4 Ansia per la matematica nei Disturbi Specifici dell'Apprendimento

I motivi principali che portano gli studenti a fallire nella matematica possono essere la presenza di difficoltà nell'apprendimento, come un disturbo specifico dell'apprendimento misto o discalculia evolutiva, oppure problemi cognitivo-emotivi, come l'ansia per la matematica (Hopko et al., 2002). Numerose ricerche hanno notato che gli studenti con dislessia evolutiva presentano livelli di autostima e di ansia generalizzata e sociale più alti rispetto ai coetanei a sviluppo tipico (Faramarzi et al. 2018). Per di più, gli studenti con DSA riportano numerosi vissuti emotivi negativi che aumentano la percezione di ansia in matematica (Lucangeli et al. 2003). Quindi, per questi motivi e per il fatto che i bambini con discalculia evolutiva presentano comorbidità con altri disturbi, come depressione e ansia legate ad alti livelli di stress soprattutto nel contesto matematico (Dowker et al. 2016), è importante considerare la relazione tra DSA e ansia per la matematica, per capire meglio se sono spesso in comorbidità, o se possono essere studiati come due aspetti separati.

Devine e collaboratori (2018) hanno indagato la comorbidità in bambini e ragazzi della scuola primaria e secondaria, con e senza discalculia evolutiva. Nello specifico, gli autori hanno dimostrato che l'11% dell'intero campione, il 10% degli studenti con prestazioni matematiche tipiche e il 22% degli studenti con discalculia evolutiva presentavano alti livelli di ansia per la matematica. Ancora, dallo studio è emerso che molti ragazzi con discalculia non mostravano ansia da matematica, e che il 77% degli alunni con alti livelli di ansia per la matematica raggiungeva un livello tipico nelle prestazioni in matematica. Quindi, dai risultati si evince che la discalculia evolutiva e l'ansia per la matematica sono dissociate, mettendo in discussione l'idea che l'ansia per la matematica sia esclusiva dei bambini con difficoltà di apprendimento, e che un basso rendimento matematico sia la causa principale dell'ansia da matematica.

Altre ricerche hanno indagato la memoria di lavoro in bambini con ansia per la matematica e discalculia evolutiva, notando che, a differenza dei bambini con discalculia evolutiva che ottengono punteggi più bassi in compiti di memoria di lavoro visuo-spaziale, i bambini con elevata ansia per la matematica riportano punteggi più bassi in compiti di memoria di lavoro verbale (Mammarella et al., 2015). In un altro studio, Mammarella e collaboratori (2018) hanno dimostrato che bambini con ansia per la matematica senza discalculia evolutiva hanno maggiori difficoltà a resistere all'interferenza proattiva, cioè ad ignorare le informazioni irrilevanti per l'esecuzione di un compito. Questi risultati nel gruppo con alti livelli di ansia per la matematica sono coerenti con la teoria del controllo attenzionale (Eysenck et al., 2007), secondo la quale l'ansia per la matematica interferisce nell'elaborazione riducendo il controllo dell'attenzione.

Tutti questi studi indicano che l'ansia per la matematica e la discalculia evolutiva possono derivare da fattori diversi, per questo motivo è importante capire quali delle due sia alla base del fallimento in matematica, così da poter proporre strategie e interventi individualizzati, al fine di migliorare i vari aspetti legati alla matematica (Mammarella et al., 2019).

2.5 Interventi per ridurre l'ansia e migliorare la prestazione in matematica

Una possibile strategia per migliorare le prestazioni nell'ambito dell'ansia per la matematica consiste nel progettare interventi che si focalizzano sul reinterpretare e

rivalutare le esperienze e i risultati negativi in matematica che portano a rafforzare l'ansia per la matematica (Ramirez et al., 2018).

In una ricerca (Jamieson et al., 2016), alcuni studenti universitari con alti livelli di ansia per la matematica sono stati divisi in due gruppi e, prima dello svolgimento di un compito di matematica, uno di questi gruppi è stato sottoposto ad un intervento di rivalutazione, in cui veniva spiegato che l'aumento dell'agitazione e dello stress non è un fattore di rischio, ma è adattivo per migliorare lo svolgimento della prova e indicativo di un successo imminente. Dal momento che, invece, al gruppo di controllo è stato detto che per migliorare i risultati durante le situazioni di stress è necessario ignorare i pensieri negativi, gli studenti sottoposti all'intervento di rivalutazione hanno riportato una prestazione migliore e una minore ansia da valutazione matematica durante l'esame rispetto agli studenti del gruppo di controllo.

Effetti simili sono stati ottenuti attraverso la scrittura espressiva da Park e collaboratori (2014), una tecnica che prevede di scrivere per 10 minuti riguardo alle preoccupazioni e sentimenti prima dello svolgimento di un compito, con l'effetto di aumentare la disponibilità di risorse nella working memory durante l'esecuzione. In particolare, gli autori hanno notato che la scrittura espressiva ha portato ad un miglioramento nelle prestazioni maggiore nei partecipanti con alti livelli di ansia per la matematica rispetto ai partecipanti con bassi livelli di ansia per la matematica. Per di più, è emerso che gli studenti con un'elevata ansia per la matematica che, durante la scrittura espressiva, hanno utilizzato più parole legate all'ansia, hanno riportato una migliore prestazione in matematica rispetto agli altri studenti ad alta ansia per la matematica, e questo effetto non è emerso nei partecipanti con bassi livelli di ansia per la matematica.

In una recente ricerca su bambini della scuola primaria, Passolunghi e colleghi (2018) hanno misurato l'ansia per la matematica attraverso l'AMAS e utilizzato tre programmi di intervento durante l'anno scolastico. Il primo intervento prevedeva una rivalutazione cognitiva sull'ansia per la matematica, il secondo prevedeva una formazione su strategie metacognitive da utilizzare negli esercizi matematici, e il terzo prevedeva un compito di lettura. Dai risultati è emerso che i primi due training hanno diminuito l'ansia per la matematica, ma solo il training incentrato sulle competenze matematiche ha prodotto un miglioramento nelle prestazioni in matematica alla fine dell'anno.

Inoltre, come accennato nei paragrafi precedenti, un altro modo per prevenire lo sviluppo dell'ansia per la matematica nei bambini è quello di aiutare gli insegnanti e i genitori a sviluppare modalità positive di interazione con i bambini riguardo alla matematica, migliorare i loro atteggiamenti nei confronti della matematica e ridurre la propria ansia per la matematica (Ramirez et al., 2013).

In uno studio condotto su ragazzi della scuola secondaria di secondo grado da Harackiewicz e collaboratori (2012), gli autori hanno provato a modificare le convinzioni dei genitori sulle potenzialità scientifiche dei loro figli e quelle dei ragazzi su sé stessi, concedendo degli opuscoli e l'accesso ad un sito web che spiegavano l'utilità delle materie STEM (*Science, Technology, Engineering e Mathematics*), sollecitando di parlare con i propri figli del ruolo che la matematica e le scienze svolgono nella vita quotidiana. Dai risultati è emerso che nelle famiglie che hanno ricevuto l'intervento, le madri hanno riferito di dare maggior valore alla matematica per i loro figli e gli studenti hanno frequentato più corsi STEM negli ultimi anni di scuola superiore e hanno ottenuto risultati migliori nei test di matematica, rispetto alle madri e ai figli delle famiglie che non hanno ricevuto alcun intervento. Questa ricerca sottolinea come anche interventi brevi e poco invasivi possono migliorare gli atteggiamenti dei genitori e dei ragazzi nei confronti della matematica, con conseguenze positive anche sulle prestazioni in matematica.

CAPITOLO 3

La ricerca

Nel corso dei capitoli precedenti, si è cercato di dare delle definizioni di disturbo specifico dell'apprendimento e di ansia per la matematica, riportando gli studi in letteratura che definiscono come la *math anxiety* impatti sulle prestazioni in matematica.

A partire da queste premesse, la presente tesi si pone l'obiettivo di analizzare l'ansia per la matematica e come questa vada ad influenzare la prestazione in matematica in ragazzi con diagnosi di DSA, confrontati con un gruppo a sviluppo tipico (TD).

Quindi, in questo capitolo verranno descritte le caratteristiche dei due gruppi considerati, il metodo, gli strumenti e la procedura attraverso cui è stata condotta la ricerca.

Le informazioni e i dati, che verranno riportati nel presente lavoro, sono tratti dal progetto di ricerca: “La regolazione emotiva nelle interazioni sociali: quali sono i fattori cruciali?” coordinato dalla Prof.ssa Irene C. Mammarella e dalla Dott.ssa Rachele Lievore, afferenti al Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione dell'Università degli Studi di Padova. Tale progetto di ricerca ha lo scopo di valutare le competenze sociali e le capacità di controllo emotivo in bambini e ragazzi dagli 8 ai 16 anni e 11 mesi, in modo da comprendere meglio il ruolo della regolazione emotiva nei vari ambiti sociali, tra cui quello accademico.

3.1 Obiettivi e ipotesi

Come è già stato detto nel capitolo precedente, l'ansia per la matematica rappresenta una delle cause principali dell'insorgenza di difficoltà in matematica. Per questo motivo, l'obiettivo primario che ha mosso il presente studio è stato quello di approfondire i meccanismi emotivi e cognitivi legati all'ansia per la matematica e la relazione tra ansia per la matematica e prestazione in matematica, confrontando ragazzi con DSA misto o discalculia con ragazzi a sviluppo tipico. Partendo da questi obiettivi sono state formulate cinque ipotesi di ricerca.

La prima ipotesi del presente lavoro consiste nell'esaminare i punteggi ottenuti nel questionario AMAS nei due gruppi. Nello specifico, si ipotizzano maggiori punteggi di ansia per la matematica nei partecipanti con DSA rispetto ai partecipanti a sviluppo tipico,

come già dimostrato da Devine e colleghi (2018), che hanno notato come i bambini con discalculia evolutiva abbiano il doppio della probabilità dei bambini a sviluppo tipico di avere alti livelli di ansia per la matematica.

La seconda ipotesi ha previsto di valutare l'ansia da prestazione attraverso il MASC-SR e il MASC-G, aspettandosi punteggi maggiori nel gruppo DSA rispetto al gruppo TD. Inoltre, è stata ipotizzata anche una discrepanza nei punteggi riportati da genitori e figli, a causa di una minore consapevolezza da parte dei ragazzi riguardo ai propri stati emotivi (Villabo et al., 2012).

Per quanto riguarda la terza ipotesi, è stata considerata la prestazione in matematica nei due gruppi, ipotizzando che i partecipanti con DSA misto o discalculia abbiano prestazioni in matematica peggiori rispetto ai partecipanti a sviluppo tipico, così da riconfermare i risultati già presenti letteratura (Badian, 1983; Miles et al., 2001).

Nella quarta ipotesi si è ipotizzato che i ragazzi con DSA riportino aspetti emotivi alterati, come una maggiore attivazione fisiologica e ridotti controllo emotivo e piacevolezza, rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico. Infatti, come mostrato da Bauminger e Kimhi-Kind (2008), i ragazzi con disturbo specifico dell'apprendimento utilizzano strategie di regolazione emotiva poco efficaci, come risposte superficiali aggressive e passive. Inoltre, è stato ipotizzato un'alterazione in tutte e tre le dimensioni indagate, dopo lo svolgimento del compito di matematica.

Ancora, per quanto riguarda gli aspetti cognitivi, si è ipotizzato che i ragazzi con DSA abbiano maggiori preoccupazioni per il compito e per il giudizio sociale e una minore percezione di competenza di sé stessi e nel confronto con gli altri, rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico. Come dimostrato da studi passati, i ragazzi con DSA hanno una bassa percezione di competenza in ambito scolastico (Zisimopoulos & Galanaki, 2009), che può essere riconducibile ad una bassa autostima e a un'immagine di sé negative, spesso dovute ai numerosi fallimenti esperiti, che li portano a provare sentimenti di frustrazione e di impotenza (Re et al. 2014; Seligman, 1990). Infine, come per gli aspetti emotivi, è stata ipotizzata una variazione nelle dimensioni cognitive indagate tra la fase di pre-test e la fase di post-test.

3.2 Partecipanti

I partecipanti che hanno preso parte a questo progetto sono ragazzi dagli 11 ai 14 anni, reclutati presso diversi centri clinici e istituti scolastici situati nella provincia di Modena e in Veneto. Tra gli studenti che fanno parte del campione, alcuni sono a sviluppo tipico (TD), mentre altri hanno una diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento misto o discalculia evolutiva (DSA). Nello specifico, il campione è formato da 35 studenti, di cui 15 con DSA (10 maschi, 5 femmine), e 20 a sviluppo tipico (12 maschi, 8 femmine).

I partecipanti con DSA presentano una precedente diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento, riconfermata dalle prove di lettura e di calcolo a mente somministrate durante la fase di screening. Invece, i partecipanti del gruppo TD non presentano alcun sintomo relativo ai diversi disturbi del neurosviluppo, riportati nel DSM-5 (2013). Tutti i partecipanti di entrambi i gruppi hanno un funzionamento cognitivo nella norma, valutato attraverso la somministrazione di alcuni *subtest* delle Scale Wechsler (2012; 2013). Infine, i due gruppi, attraverso l'utilizzo di prove di screening, sono stati appaiati per genere, età e funzionamento intellettivo.

3.3 Metodo

Il disegno sperimentale della presente ricerca si compone di due fasi: una fase di screening e una fase sperimentale. I materiali specificatamente utilizzati nella fase di screening e nella fase sperimentale della presente ricerca sono costituiti da prove standardizzate e da prove costruite ad hoc. Qui di seguito verranno descritti più nel dettaglio solo gli strumenti fondamentali per la presente tesi.

3.3.1 Fase di screening

Durante la fase di screening sono state somministrate prove atte a confermare la diagnosi per il gruppo clinico e a valutare il funzionamento cognitivo di tutti i partecipanti alla ricerca. Nello specifico, sono stati somministrati i seguenti strumenti:

- *Wechsler Intelligence Scale for Children - Fourth Edition* (WISC IV; Wechsler, 2012): disegno con cubi (DC) e vocabolario (VC);
- Batteria per la Valutazione della Dislessia e della Disortografia Evolutiva- seconda edizione (DDE-2; Sartori et al., 2007): lettura di parole (prova 2) e nonparole (prova 3);

- Test di valutazione delle abilità di calcolo e del ragionamento matematico, terza edizione (AC-MT-3 6-14; Cornoldi et al., 2020): calcolo a mente;
- Test per la valutazione delle abilità di lettura, comprensione, scrittura e matematica (MT-Avanzate-3-clinica; Cornoldi et al., 2016): lettura di parole (Prova B), nonparole (Prova C) e calcolo a mente.

Scale Wechsler (WISC-IV)

Disegno con cubi

La prova di Disegno con Cubi (Figura 3.1), tratta dalla batteria WISC-IV (Wechsler, 2012), ha permesso di avere informazioni sulle abilità di ragionamento percettivo dei partecipanti e di calcolare il QI breve per ciascuno. Nello specifico, ha lo scopo di valutare le abilità di percezione visiva e la capacità di comprendere i rapporti spaziali, di *problem solving*, di pianificazione e di coordinazione in bambini dai 6 ai 16 anni e 11 mesi.

Lo svolgimento della prova prevede che il bambino riproduca una serie di figure bidimensionali attraverso dei cubetti aventi due facce rosse, due facce bianche e due facce metà rosse e metà bianche. Dopo aver dato le istruzioni per lo svolgimento della prova e aver somministrato l'*item* di esempio, in cui lo sperimentatore funge da modello, si procede con il primo *item*, in base all'età dell'esaminato; nel caso della presente ricerca, con i bambini dagli 8 ai 16 anni si inizia dal terzo *item*.

Le figure bidimensionali che il bambino deve ricreare utilizzando i cubetti sono rappresentate sul libretto degli stimoli che contiene 14 *item*: i primi tre possono essere valutati su una scala da 0 a 2, in base all'esecuzione della prova entro i limiti di tempo previsti e al numero di prove effettuate prima di aver riprodotto la figura correttamente; gli *item* dal quarto all'ottavo sono valutabili con un punteggio di 0 o di 4 punti, a seconda che la prova sia o meno svolta correttamente e nei limiti di tempo previsti; infine, dal nono al quattordicesimo *item* è possibile assegnare un punteggio di 0 se la prova non viene eseguita correttamente o entro i limiti di tempo concessi, e, se la figura è stata riprodotta in maniera corretta, un punteggio compreso tra 4 e 7 in base al tempo impiegato per l'esecuzione.

Inoltre, è necessario rispettare due criteri: di inversione e di interruzione. Secondo il criterio di inversione, se non si dovesse ottenere un punteggio pieno ai primi due *item*

somministrati (nel terzo e nel quarto), occorrerebbe presentare gli *item* precedenti finché non si ottengono due punteggi pieni consecutivi. Secondo il criterio di interruzione, la prova deve essere interrotta dopo tre punteggi consecutivi di zero. Infine, a tutti gli *item* precedenti al primo somministrato, si assegna di *default* un punteggio pieno di due punti, mentre a tutti gli *item* successivi all'ultimo somministrato un punteggio di zero.



Figura 3.1 Disegno con cubi (WISC-IV; Wechsler, 2012).

Vocabolario

La prova di Vocabolario, tratta dalle scale Wechsler (WISC-IV, 2012), ha permesso di valutare le abilità linguistiche dei partecipanti e di calcolare, assieme alla prova di Disegno con i cubi, il QI breve. Nello specifico, la prova di Vocabolario ha lo scopo di valutare le conoscenze e le competenze lessicali e la capacità di costruzione dei concetti verbali in bambini di età compresa tra i 6 e i 16 anni e 11 mesi.

Lo svolgimento della prova prevede che il bambino fornisca la definizione di alcune parole contenute nel libretto degli stimoli, che è formato da 4 *item* composti da figure e 32 *item* verbali. Ogni *item* può essere valutato su una scala da 0 a 2, in base alle risposte fornite dal bambino: un punteggio di 0 ad una risposta sbagliata, gestuale, vaga o espressa con termini dialettali o regionali; un punteggio di 1 se la risposta è giusta, ma generica, incompleta o non elaborata; infine, un punteggio di 2 punti, quando la risposta è corretta, completa ed esaustiva. Durante l'esecuzione della prova, l'esaminatore deve consultare il manuale per poter decidere quale punteggio assegnare ad ogni *item*. Le parole di cui il bambino deve dare una definizione e i punteggi assegnati ad esse, sono riportati nel foglio di *scoring* nella Figura 3.2.

Dopo aver dato le istruzioni, è possibile procedere con la somministrazione del primo *item*, in base all'età del partecipante: dai 6 agli 8 anni si inizia dal quinto *item*; dai

9 agli 11 anni si inizia dal settimo *item*; invece, dai 12 ai 16 anni, si inizia dal nono *item* (vedi Figura 3.2.).

Come per la prova di Disegno con cubi, anche per la prova di Vocabolario si assegna un punteggio pieno di due punti a tutti gli *item* precedenti al primo somministrato, mentre a tutti gli *item* successivi all'ultimo somministrato sia assegna un punteggio di zero.

Nel caso in cui il bambino fornisca delle risposte poco chiare o riportate sul manuale e seguite da una (I), l'esaminatore deve chiedere di spiegare meglio o di aggiungere qualcosa in più.

Anche in questa prova è necessario rispettare i criteri di inversione e di interruzione. Secondo il criterio di inversione, è necessario somministrare in ordine inverso gli *item* precedenti al primo somministrato se non si dovesse ottenere un punteggio pieno nei primi due *item*. Secondo il criterio di interruzione, invece, è necessario interrompere la prova dopo cinque punteggi consecutivi di zero.

6. Vocabolario			6. Vocabolario (continuazione)		
<p>Punti di inizio: Da 6-8 Item 5 Da 9-11 Item 7 Da 12-16 Item 9</p> <p>Somministrazione degli item in ordine inverso: Da 6-16 se il bambino non ottiene un punteggio pieno in uno dei primi due item somministrati, somministrare gli item precedenti in ordine inverso fino a quando il bambino ottiene punteggi pieni in due item consecutivi.</p> <p>Interruzione: Togli il punteggio consecutivo di 0.</p> <p>Punteggi: Item 1-4: 0 o 1 punto Item 5-36: 0, 1 o 2 punti Consultare il Manuale di somministrazione e scoring per gli esempi di risposta.</p>			<p>Interruzione dopo 5 punteggi consecutivi di 0</p>		
Item	Risposta	Punti	Item	Risposta	Punti
Item composti da figure			Item composti da figure		
1. Macchina		0 1	18. Imitare		0 1 2
2. Fiore		0 1	19. Pestifero		0 1 2
3. Treno		0 1	20. Assurdità		0 1 2
4. Secchio		0 1	21. Trasparente		0 1 2
Item verbali			Item verbali		
*5. Cappello		0 1 2	22. Emigrare		0 1 2
*6. Ombrello		0 1 2	23. Costringere		0 1 2
7. Orologio		0 1 2	24. Raramente		0 1 2
8. Mucca		0 1 2	25. Preciso		0 1 2
9. Ladro		0 1 2	26. Audace		0 1 2
10. Bicicletta		0 1 2	27. Rivalità		0 1 2
11. Alfabeto		0 1 2	28. Prevegenza		0 1 2
12. Favola		0 1 2	**29. Imminente		0 1 2
13. Isola		0 1 2	**30. Afflizione		0 1 2
14. Partire		0 1 2	31. Estenuante		0 1 2
15. Antico		0 1 2	32. Unanime		0 1 2
16. Obbedire		0 1 2	33. Emendamento		0 1 2
17. Assorbire		0 1 2	34. Garrulo		0 1 2
			**35. Dilatorio		0 1 2
			36. Aberrazione		0 1 2

* Se il bambino non dà una risposta da 2 punti, fornirgli la risposta esatta riportata nel Manuale di somministrazione e scoring.
 ** Le risposte che richiedono un'acrobazia (I) sono indicate nel Manuale di somministrazione e scoring.

Punteggio grezzo totale (Maximo) = 68

Figura 3.2 Foglio di scoring subtest Vocabolario WISC-IV (Wechsler, 2012)

Prove di lettura di parole e non-parole

DDE-2

Le prove di lettura della batteria DDE-2 (Sartori et al., 2007), nello specifico la prova 2 e la prova 3, permettono di valutare il livello di competenza acquisita nella lettura, in bambini dalla classe seconda della scuola primaria, alla classe terza della scuola secondaria di primo grado.

La prova 2 è una prova di lettura di liste di parole di diversa frequenza d'uso, mentre la prova 3 è una prova di lettura di liste di nonparole e serve per valutare l'efficienza del modo indiretto di lettura. Per entrambe queste prove, si raccolgono i tempi di lettura e il numero di errori. Gli errori corrispondono al numero di parole sbagliate indipendentemente dal numero di lettere non corrette; quindi, per ogni parola errata si calcola al massimo un errore e le autocorrezioni non vengono considerate errori.

Dopo aver letto le istruzioni e aver dato il via per l'esecuzione della prova, si fa partire il cronometro per la registrazione dei tempi e durante la lettura si segnano gli eventuali errori sul protocollo di registrazione individuale.

MT Avanzate-3-clinica

Le prove di lettura della batteria MT Avanzate-3-clinica (Cornoldi et al., 2016) hanno lo scopo di identificare difficoltà di lettura per il biennio della scuola secondaria di secondo grado, quindi per ragazzi dai 14 ai 16 anni e 11 mesi.

Le prove consistono nella lettura di singole parole e non-parole ad alta voce nel modo più veloce e accurato possibile e, nel frattempo, lo sperimentatore annota gli errori di lettura e il tempo di esecuzione su un'apposita scheda di valutazione. Ogni lista è composta da 28 parole suddivise rispettivamente in parole corte ad alta e bassa frequenza d'uso e parole lunghe ad alta e bassa frequenza d'uso; per quanto riguarda le non-parole, ogni lista è composta da 28 non-parole corte e lunghe.

La valutazione di questa prova si basa sui parametri di rapidità, ovvero il tempo impiegato nella lettura, e di correttezza, ovvero il numero di errori commessi. Questi due parametri vengono poi confrontati con i dati normativi di riferimento. Per quanto riguarda la rapidità, viene calcolato il tempo totale sommando i tempi parziali ottenuti nelle varie liste, mentre per il parametro di correttezza, viene assegnato 1 punto a ogni parola omessa

o letta in modo scorretto, e 0,5 punti per l'errato utilizzo dell'accento o per l'autocorrezione per errore grave da 1 punto.

Prove di calcolo a mente

AC-MT-3

Le prove di calcolo a mente della batteria AC-MT-3 (Cornoldi et al., 2020), sono state utilizzate per la valutazione delle abilità matematiche dei partecipanti delle classi della primaria e secondaria di primo grado.

Nelle prove di calcolo a mente, le operazioni che il bambino deve svolgere mentalmente vengono lette una alla volta. Il tempo viene misurato a partire dal momento in cui lo sperimentatore ha finito di pronunciare l'*item* e viene fermato quando il bambino dice il risultato. Per l'esecuzione di ciascuna operazione vengono concessi 30 secondi, al termine dei quali si segna errore. L'operazione può essere riletta solamente una volta su richiesta del bambino, ma se viene riletta più di una volta si registra il tempo di esecuzione, ma l'*item* viene considerato errato.

Per la valutazione della prova, vengono considerati il tempo e la correttezza: per quanto riguarda il tempo, è necessario dividere il totale complessivo in secondi delle otto operazioni diviso otto; per quanto riguarda la correttezza è necessario prendere in considerazione le operazioni che sono state svolte correttamente entro il limite di tempo. Qui di seguito, nella Figura 3.3, viene riportato il foglio di *scoring* per il calcolo a mente per i bambini della classe seconda della secondaria di primo grado.

SECONDA MEDIA

CALCOLO A MENTE					
Le operazioni che il ragazzo dovrà svolgere mentalmente dovranno essere lette una alla volta. Il tempo viene misurato a partire dal momento in cui lo sperimentatore ha finito di pronunciare l'item e viene bloccato quando il ragazzo dice il risultato. Per l'esecuzione di ciascuna operazione si concedono al massimo 30 secondi al termine dei quali si segna FT (Fuori Tempo) e si considera errore.					
	RISPOSTE	TEMPO 1		RISPOSTE	TEMPO 1
→ 67 + 52 (119)			→ 124 + 78 (202)		
→ 116 - 34 (82)			→ 96 - 47 (49)		
→ 24 × 5 (120)			→ 34 × 3 (102)		
→ 52 : 4 (13)			→ 60 : 5 (12)		

Figura 3.3 Foglio di scoring della prova di calcolo a mente (AC-MT-3)

MT Avanzate-3-clinica

Le prove di calcolo a mente della batteria MT Avanzate-3-clinica (Cornoldi et al., 2016) hanno lo scopo di identificare difficoltà in abilità matematiche per il biennio della scuola secondaria di II grado, quindi per ragazzi dai 14 ai 16 anni e 11 mesi.

In queste prove di calcolo a mente, come per le prove AC-MT-3, le operazioni che il bambino deve svolgere mentalmente vengono lette una alla volta e il tempo viene misurato a partire dal momento in cui lo sperimentatore ha finito di pronunciare l'*item* e viene fermato quando il bambino dice il risultato. Per l'esecuzione di ciascuna operazione vengono concessi 60 secondi, al termine dei quali si segna errore.

Per la valutazione, come nelle prove AC-MT-3, vengono considerati il tempo e la correttezza: per il tempo, è necessario sommare i tempi in secondi ottenuti dalle otto operazioni; per la correttezza, è necessario prendere in considerazione le operazioni che sono state svolte correttamente entro il limite di tempo.

Sia nelle prove di lettura, sia nelle prove di calcolo a mente, per confrontare i dati di un soggetto con quelli del campione di riferimento riportati nelle norme, si utilizza la formula in figura 3.4, che riguarda i tempi di lettura o di calcolo a mente.

$$\frac{\text{Tempi del soggetto} - X \text{ (media del campione di riferimento)}}{DS \text{ (deviazione standard del campione di riferimento)}}$$

Figura 3.4 Formula per il calcolo dei punteggi z

Per quanto riguarda gli errori di lettura o la correttezza nelle operazioni di matematica, si utilizza la stessa formula (Figura 3.4), considerando gli errori commessi o le operazioni svolte correttamente dal partecipante durante la prova.

In conclusione, le prove della batteria DDE-2 e AC-MT-3, per i partecipanti della scuola primaria e secondaria di primo grado, e le prove MT Avanzate-3-clinica, per i partecipanti della scuola secondaria di secondo grado, sono state utilizzate nella presente ricerca, per confermare o escludere la diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento misto (DSA), con difficoltà sia in lettura, sia nell'ambito matematico, o di discalculia, con difficoltà prevalenti in matematica.

3.3.2 Fase sperimentale

Di seguito, vengono riportati gli strumenti utilizzati nella seconda fase sperimentale:

-Prova computerizzata stressante non sociale: *Math-Task*

-*Self-Assessment Manikin scale* (SAM; Badley & Lang, 1994): pre e post il compito stressante non sociale

-Questionario pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc: pre e post il compito stressante non sociale)

-*Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS; Hopko et al., 2003);

- *Multidimensional Anxiety Scale for Parents, Second Edition* (MASC 2-G; March, 2012).

Self-Assessment Manikin scale (SAM)

Il SAM (Badley & Lang, 1994), proposto in Figura 3.5, è un questionario che ha lo scopo di indagare tre aspetti emotivi valutati secondo un continuum: la valenza (piacevolezza), che va da cattivo umore a buon umore; l'arousal, che va da calmo ad agitato; la dominanza, che va da senza controllo a sotto controllo.

Il partecipante deve segnare, attraverso una scala *Likert* da 1 a 9 punti, il punto nella retta posta sotto le cinque immagini che più si adatta al suo stato emotivo in quel momento.

Nella presente ricerca, i partecipanti hanno compilato il SAM sia prima che dopo aver svolto il compito di matematica.

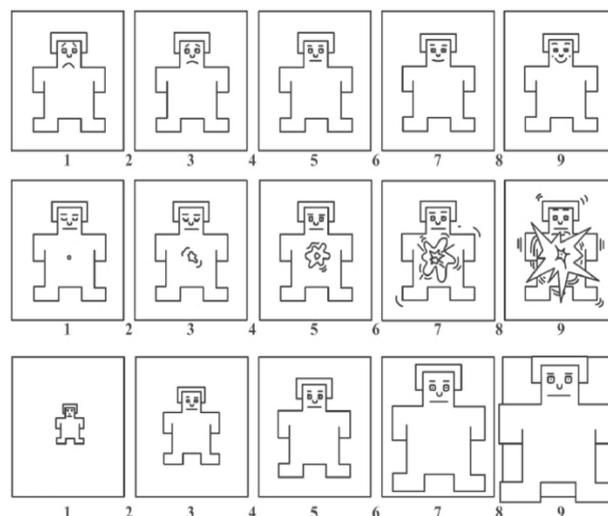


Figura 3.5 Questionario SAM

Questionario pensieri e preoccupazioni

Prima e dopo il compito di matematica, sono indagati anche gli aspetti cognitivi, ovvero pensieri e preoccupazioni, tramite un questionario costruito ad hoc, in cui il partecipante segna la risposta che più si adatta al suo stato emotivo in quel momento.

Nello specifico, vengono proposte diciotto domande, che possono essere categorizzate secondo sei scale: pensieri sullo svolgimento della prova (*item* da 1 a 3); pensieri rispetto al confronto sociale (*item* da 4 a 6); preoccupazione per lo svolgimento della prova (*item* da 7 a 9); preoccupazione del giudizio sociale, nello specifico, di compagni, insegnanti e genitori (*item* da 10 a 12); vergogna (*item* da 13 al 15); perfezionismo (*item* dal 16 al 18).

Il partecipante deve rispondere ad ogni domanda attraverso una scala *Likert* a 4 punti, attribuendo un punteggio di 1 (per niente), 2 (poco), 3 (abbastanza), o 4 (molto).

Compito stressante non sociale (*Math task*)

Nella fase sperimentale viene proposto un compito stressante non sociale, che consiste in un compito aritmetico mentale a risposta multipla al computer, in cui il partecipante deve risolvere alcune operazioni a mente il più velocemente possibile.

Prima dello svolgimento del compito di matematica viene presentato un video di preparazione della durata di 3 minuti, in cui vengono spiegate alcune strategie per svolgere i calcoli a mente più velocemente.

Il compito ha una durata di 5 minuti circa, in cui vengono presentate inizialmente 3 esempi di operazioni con *feedback*, seguite da due blocchi con 30 operazioni l'uno, per un totale di 60 operazioni, di cui le prime 30 sono addizioni e le ultime 30 sono sottrazioni semplici senza riporto. Per ogni operazione sono concessi 10 secondi, che sono riportati su un orologio che scorre in basso a sinistra dello schermo. Ciascuna operazione ha tre alternative di risposta, di cui una è la risposta corretta e le altre due riportano un numero di +/-10 e +/-1 rispetto alla risposta corretta. Il partecipante deve selezionare la risposta corretta premendo il tasto "z" per scegliere la prima opzione, il tasto "v" per la seconda, e il tasto "m" per la terza. Per ogni operazione vengono valutati i tempi di reazione e l'accuratezza nella risposta e le operazioni sono bilanciate in ogni blocco sia per l'ordine delle opzioni di risposta, sia per la frequenza dei numeri in decine e unità.

Come detto in precedenza, il compito di matematica viene preceduto e seguito dal SAM e dal questionario su pensieri e preoccupazioni, così da valutare gli aspetti emotivi e cognitivi pre e post associati alla prova di matematica.

AMAS

L'AMAS (Hopko et al., 2003), presentato in Figura 3.6, è un questionario composto da 9 *item* che misura la *math anxiety*. Per ogni *item* il partecipante deve stimare, attraverso una scala *Likert* a 5 punti (1: molto poca paura – 5: molta paura), il grado di paura che sentirebbe durante la situazione descritta.

Gli eventi specificati negli *item* riguardano due aspetti dell'ansia per la matematica, nello specifico l'ansia per l'apprendimento numerico (*math learning anxiety*: *item* 1, 3, 6, 7, 9) e l'ansia da valutazione in matematica (*math testing anxiety*: *item* 2, 4, 5, 8).

AMAS

ISTRUZIONI: Immagina di trovarti nelle situazioni descritte qui sotto. Valuta ogni situazione in termini di quanta paura sentiresti durante l'evento specificato, mettendo una crocetta nella colonna che corrisponde al tuo grado di paura.

SITUAZIONE	GRADO DI PAURA				
	MOLTO POCA	POCA	MODERATA	ABBASTANZA	MOLTA
Usare gli schemi e le tabelline riportate in fondo al libro di matematica.					
Pensare alla verifica scritta di matematica che dovrai fare domani.					
Seguire con attenzione l'insegnante che risolve alla lavagna un'operazione di matematica difficile.					
Fare una verifica scritta di matematica.					
Svolgere per casa molti esercizi difficili di matematica per la prossima lezione.					
Seguire con attenzione la lezione di matematica.					
Seguire un altro studente che risolve un esercizio di matematica.					
Essere interrogato "a sorpresa" in matematica.					
Affrontare un nuovo argomento di matematica.					

Figura 3.6 Questionario AMAS

3.4 Procedura

Il progetto di ricerca si è svolto nel corso dell'anno scolastico 2021/2022 e ha coinvolto 35 ragazzi tra gli 11 e i 14 e 11 mesi, di cui 20 a sviluppo tipico e 15 con diagnosi di DSA misto o discalculia.

I partecipanti a sviluppo tipico coinvolti nella presente ricerca sono stati reclutati attraverso diverse scuole situate nella provincia di Modena. I partecipanti facenti parte del gruppo clinico (DSA), invece, sono stati reclutati tramite la collaborazione con diversi centri clinici e servizi per l'età evolutiva.

Dopo aver ottenuto l'autorizzazione da parte del Dirigente scolastico di ciascun Istituto e del Direttore delle strutture e aver individuato le classi e i casi che sarebbero stati coinvolti, sono stati inviati alle famiglie i moduli di consenso informato, in cui si descriveva il progetto e si esplicitavano i motivi della richiesta di partecipazione, assicurando il trattamento confidenziale dei dati raccolti secondo la normativa vigente.

Dopo aver acquisito il consenso da parte delle famiglie, da marzo 2022 a giugno 2022 le prove sono state somministrate in tre sessioni con ogni partecipante, della durata di circa 50 minuti l'una. Il tempo intercorso tra una sessione e l'altra è stato variabile in base alle esigenze di ogni partecipante alla ricerca e delle scuole ospitanti (in media circa una o due settimane).

All'inizio del primo incontro sono state fornite le dovute informazioni, istruzioni e rassicurazioni, precisando che sarebbe stata rispettata la loro privacy e che lo scopo dei tre incontri non fosse quello di giudicare la prestazione del singolo, ma solo quello di offrire un contributo alla ricerca. Oltre a ciò, durante il primo incontro, per garantire l'anonimato, ad ogni partecipante è stato assegnato un codice alfanumerico conosciuto unicamente dagli operatori coinvolti nella ricerca e composto dall'iniziale del nome del laureando, l'iniziale del cognome del laureando e un numero progressivo (es. FP1). Inoltre, alla fine del primo incontro sono stati consegnati a ciascun alunno dei questionari che avrebbero dovuto compilare i genitori, chiedendone la restituzione entro e non oltre il terzo incontro. Per di più, sulla base dei risultati ottenuti nella fase di screening, in particolare nei due *subtest* delle scale Wechsler (WISC-IV, 2012), si è cercato di appaiare i partecipanti dei due gruppi per genere, età e QI breve.

Tutte le prove sono state somministrate individualmente, in ambiente privo di distrazioni, nello specifico in una stanza con un tavolo e due sedie, e le prove delle due

fasi sperimentali sono state bilanciate diversamente per ciascuno dei partecipanti (vedi Figura 3.7), in modo da evitare che l'effetto dell'ordine influenzasse i risultati ottenuti.

BILANCIAMENTO:		
ORDINE	SESSIONE A	SESSIONE B
1	COMPITO SOCIALE	COMPITO NON SOCIALE
	WCST	TOM
	RIC EMO 1	UPDATING
	GO-NO GO	RIC EMO 2
	MASC-SR	TOSCA
2	MASC-SR	TOSCA
	GO-NO GO	RIC EMO 2
	RIC EMO 1	UPDATING
	WCST	TOM
	COMPITO SOCIALE	COMPITO NON SOCIALE

- A = SESSIONE A, ORDINE 1 - SESSIONE B, ORDINE 1
- B= SESSIONE A, ORDINE 1 – SESSIONE B, ORDINE 2
- C= SESSIONE A, ORDINE 2 – SESSIONE B, ORDINE 2
- D = SESSIONE A, ORDINE 2 – SESSIONE B, ORDINE 1
- E = SESSIONE B, ORDINE 1 – SESSIONE A, ORDINE 1
- F = SESSIONE B, ORDINE 1 – SESSIONE A, ORDINE 2
- G = SESSIONE B, ORDINE 2 – SESSIONE A, ORDINE 2
- H= SESSIONE B, ORDINE 2 – SESSIONE A, ORDINE 1

Figura 3.7 Esempi di bilanciamenti

Conclusi i tre incontri, si è cercato di ricevere un *feedback* da tutti i partecipanti, in particolare rispetto al compito stressante sociale e al compito stressante non-sociale.

Terminata la raccolta dati è stato effettuato lo *scoring* delle prove e successivamente le analisi dei dati. Di seguito verranno presentati i risultati ottenuti, i quali verranno poi discussi considerando le ipotesi e gli obiettivi formulati in precedenza.

CAPITOLO 4

I risultati

In questo capitolo verranno presentati i risultati ottenuti nel presente studio, tramite le analisi effettuate attraverso il programma statistico JASP (The JASP Team, 2018) sui dati di screening e sperimentali.

Per quanto concerne le prove di screening, è stato utilizzato il T-Test per campioni indipendenti per l'età, il QI breve e le prove di verifica degli apprendimenti di lettura e calcolo, e il Test chi quadro (χ^2) per il genere, al fine di verificare il corretto appaiamento tra il gruppo clinico con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) e il gruppo di controllo a sviluppo tipico (TD). Invece, per quanto riguarda le prove sperimentali, è stato utilizzato il T-Test per campioni indipendenti per l'*Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS; Hopko et al. 2003), per il *Multidimensional Anxiety Scale for Children and Parents, Second Edition* (MASC 2-SR, MASC 2-G; March, 2012) e per il compito di matematica stressante non sociale costruito ad hoc, e l'ANoVA a misure ripetute per il *Self Assessment Manikin Scale* (SAM; Bradley & Lang, 1994) e il questionario su pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc, entrambi somministrati prima e dopo il compito di matematica, con lo scopo di analizzare le differenze attribuibili sia all'appartenenza a gruppi diversi sia al tempo.

Il campione preso in considerazione è formato da 35 soggetti, equamente distribuiti e appaiati in base al genere ($\chi^2 = .16, p = .69$) e all'età ($t = -.88, p = .39, d = -.30$), compresa tra gli 11 e i 14 anni:

- Gruppo con Disturbo Specifico dell'apprendimento misto o discalculia (DSA): 15 soggetti (10 maschi e 5 femmine)
- Gruppo a sviluppo tipico (TD): 20 soggetti (12 maschi e 8 femmine)

4.1 Prove di Screening

Nelle prove di screening sono stati valutati il QI breve, ottenuto attraverso la somministrazione delle prove di disegno con i cubi (DC) e vocabolario (VC) della WISC-IV (Wechsler, 2012), e i punteggi nelle prove riguardanti gli apprendimenti, ricavati attraverso le prove di calcolo a mente (AC-MT3, Cornoldi et al., 2020; e Prove MT

Avanzate-3-Clinica, Cornoldi et al., 2017) e di lettura di parole e non parole (Prove MT Avanzate-3-Clinica, Cornoldi et al., 2017; e DDE-2, Sartori et al., 2007), in cui sono stati considerati l'accuratezza e la rapidità. La valutazione del QI breve e degli apprendimenti di lettura e calcolo ha avuto lo scopo di confermare la diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento nel gruppo DSA, oppure di escluderla nel gruppo a sviluppo tipico.

Nella tabella 4.1 vengono riportate le statistiche descrittive per la fase di screening e i risultati ottenuti mediante il T-Test per campioni indipendenti.

4.1.1 Quoziente intellettivo in forma breve

Nello studio, per calcolare il QI totale in forma breve sono stati utilizzati i subtest della scala WISC-IV (Wechsler, 2012) e sono stati selezionati partecipanti con un QI totale maggiore o uguale a 80.

Il T-Test per campioni indipendenti non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi ($t=-1.61$, $p=.12$, $d=-.55$), confermando il corretto appaiamento. Inoltre, le statistiche descrittive indicano un QI breve minore nel gruppo DSA ($M=103.33$, $ds=8.81$) rispetto al gruppo TD ($M=108.05$, $ds=8.38$), ma la differenza non è statisticamente significativa.

4.1.2 Lettura di parole e non-parole

Per quanto riguarda le prove di lettura di liste di parole e non parole, sono state riscontrate differenze significative tra il gruppo a sviluppo tipico e quello con disturbo specifico dell'apprendimento, confermando la diagnosi del gruppo clinico.

Attraverso il T-Test per campioni indipendenti si è notata una differenza statisticamente significativa per gli errori commessi nella lettura di parole ($t=4.35$, $p<.001$, $d=1.49$) e non parole ($t=4.69$, $p<.001$, $d=1.60$), mentre non è emersa una differenza significativa tra i due gruppi per la rapidità nella lettura di parole ($t=.55$, $p=.59$, $d=.19$) e non parole ($t=.17$, $p=.87$, $d=.06$).

4.1.3 Calcolo a Mente

Anche nelle prove di calcolo a mente sono state riscontrate differenze significative tra il gruppo TD e il gruppo DSA.

Nello specifico, attraverso il T-Test per campioni indipendenti è stata osservata una differenza statisticamente significativa per l'accuratezza nel calcolo ($t=-4.94$, $p<.001$, $d=-1.69$) e per la rapidità ($t=2.41$, $p=.02$, $d=.83$).

Tabella 4.1 Statistiche descrittive e T-Test a campioni indipendenti delle variabili sociodemografiche e di screening.

Variabili		DSA (n=15)	TD (n=20)	t	p	d	Confronto	
Genere (M:F)		10:5	12:8					
		M (DS)	M (DS)					
Età in mesi		158.13 (11.61)	160.95 (7.29)	-88	.39	-.30	-	
QI breve		103.33 (8.81)	108.05 (8.38)	-1.61	.12	-.55	-	
Letture	Parole	Errori	3.51 (3.36)	.17 (.71)	4.35	<.001	1.49	DSA<TD
		Rapidità	.94 (3.66)	.47 (1.01)	.55	.59	.19	-
	Non parole	Errori	2.50 (2.14)	-.02 (.95)	4.69	<.001	1.60	DSA<TD
		Rapidità	.61 (3.10)	.48 (1.14)	.17	.87	.06	-
Calcolo a mente	Accuratezza		-1.55 (1.02)	.24 (1.10)	-4.94	<.001	-1.69	DSA<TD
	Rapidità		1.02 (1.41)	.40 (1.36)	2.41	.02	.83	DSA>TD

4.2 Prove Sperimentali

Per quanto riguarda la fase sperimentale, sono stati valutati:

- l'ansia per la matematica di tratto attraverso l'*Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS; Hopko et al. 2003);
- l'ansia da prestazione attraverso il *Multidimensional Anxiety Scale for Children* (MASC-2; March, 2017) nella versione self-report e genitori;
- la prestazione in matematica con un compito stressante non sociale costruito ad hoc;
- l'ansia per la matematica di stato, attraverso la valutazione degli aspetti emotivi con il *Self Assessment Manikin scale* (SAM; Badley e Lang, 1994) e degli aspetti cognitivi con un questionario su pensieri e preoccupazioni creato ad hoc.

4.2.1 *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS; Hopko et al. 2003): statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti

In questo paragrafo vengono riportate le statistiche descrittive del questionario AMAS, che si divide in due sottoscale che misurano l'ansia per l'apprendimento matematico (*learn AMAS*), e l'ansia da valutazione in matematica (*test AMAS*).

Mentre nella sottoscala *learn AMAS* i punteggi riferiti al gruppo DSA (M=10.67, ds=4.45) sono leggermente maggiori rispetto a quelli del gruppo TD (M=9.90, ds=3.21), nella sottoscala *test AMAS* i punteggi riferiti al gruppo DSA (M=11.80, ds=4.49) sono inferiori rispetto a quelli del gruppo TD (M=13.79, ds=3.32).

Ad ogni modo, sia nella *learn AMAS* ($t=.59$, $p=.56$, $d=.20$), sia nella *test AMAS* ($t=-1.51$, $p=.14$, $d=-.51$), la differenza tra i due gruppi non risulta essere significativa. I risultati sopra descritti sono riportati nella Tabella 4.2 e raffigurati nella Figura 4.1.

Tabella 4.2 Statistiche descrittive e T-Test a campioni indipendenti riferite all'AMAS.

AMAS	DSA M (DS)	TD M (DS)	t	p	d	Confronto
<i>Learn AMAS</i>	10.67 (4.45)	9.90 (3.21)	.59	.56	.20	-
<i>Test AMAS</i>	11.80 (4.49)	13.79 (3.32)	-1.51	.14	-.51	-

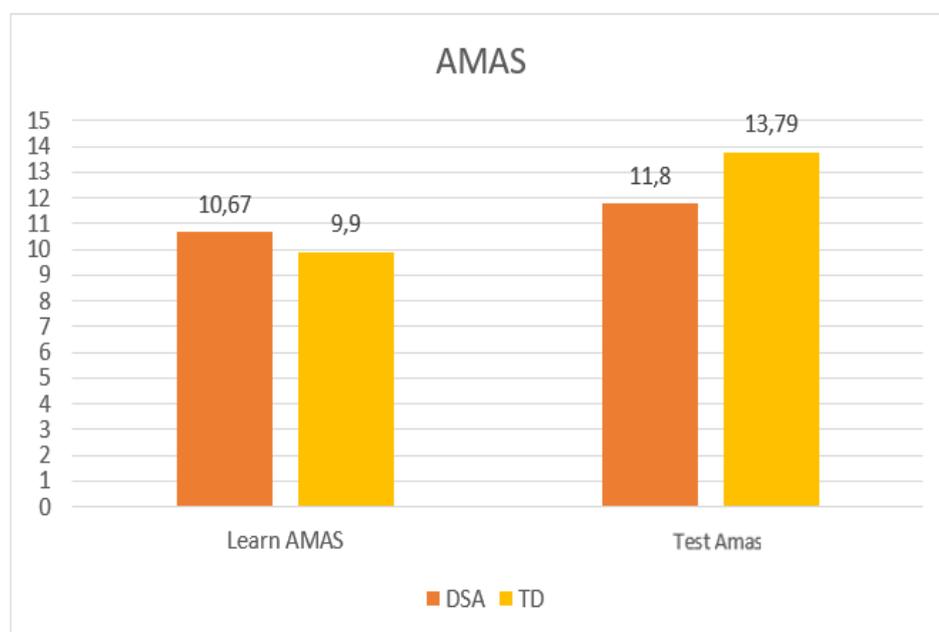


Figura 4.1 Grafico delle medie dei due gruppi nel questionario AMAS.

4.2.2 Multidimensional Anxiety Scale for Children (MASC-2; March, 2017): statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti

Di seguito, sono illustrate le statistiche descrittive dei due gruppi di partecipanti e dei rispettivi genitori inerenti all'ansia da prestazione (PF), misurate attraverso il questionario *Multidimensional Anxiety Scale for Children* (March, 2017).

Mentre nel MASC-SR i punteggi del gruppo DSA (M=53.13, ds=10.87) sono leggermente inferiori rispetto a quelli del gruppo TD (M=54.60, ds=10.48), senza che la differenza tra i due gruppi sia significativa ($t=-.40$, $p=.69$, $d=-.14$), nel MASC-G i punteggi riferiti ai DSA (M=66.27, ds=11.39) sono maggiori rispetto a quelli riferiti ai TD (M=53.75, ds=11.39), con una differenza statisticamente significativa ($t=3.15$, $p=.003$, $d=1.08$).

Nella Tabella 4.3 e nella Figura 4.2 è possibile osservare le statistiche descrittive ottenute dalla somministrazione del questionario nel formato self report e genitori.

Tabella 4.3 Statistiche descrittive e T-Test a campioni indipendenti relative al MASC-SR e al MASC-G.

MASC (PF)	DSA M (DS)	TD M (DS)	t	p	d	Confronto
MASC-SR	53.13 (10.87)	54.60 (10.48)	-.40	.69	-.14	-
MASC-G	66.27 (11.93)	53.75 (11.39)	3.15	.003	1.08	DSA>TD

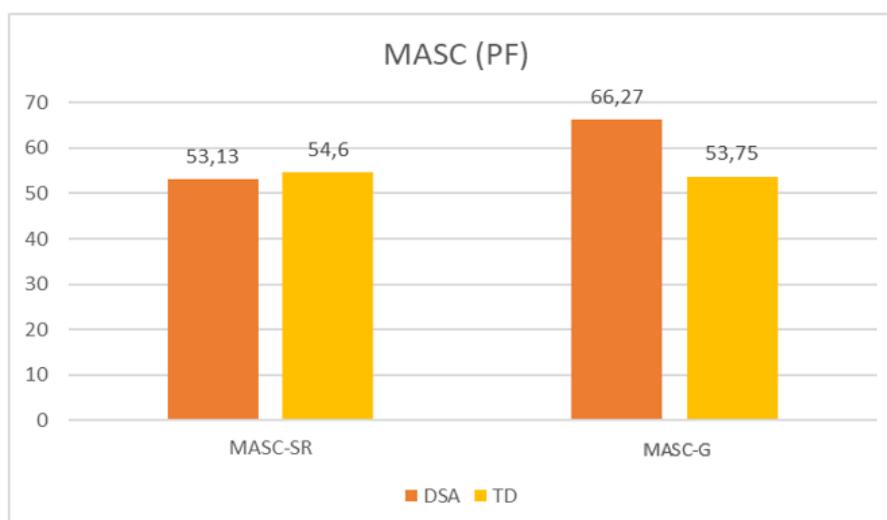


Figura 4.2 Grafico delle medie dei due gruppi nel questionario MASC-SR e MASC-G.

4.2.3 Math task: statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti

In questo paragrafo, si propongono le statistiche descrittive del compito stressante non sociale (*Math Task*). La prova prevede due parti una costituita da addizioni e l'altra costituita da sottrazioni, in cui vengono valutate la correttezza e i tempi di reazione. Nella Tabella 4.4 e nella figura 4.3 vengono presentati i risultati.

Riguardo alla correttezza, il gruppo DSA riporta punteggi inferiori nelle addizioni ($M=.52$, $ds=.16$), nelle sottrazioni ($M=.45$, $ds=.14$) e nelle prove totali ($M=.49$, $ds=.13$) ai rispettivi punteggi nelle addizioni ($M=.83$, $ds=.12$), sottrazioni ($M=.78$, $ds=.17$) e prove totali ($M=.80$, $ds=.12$) del gruppo TD. Inoltre, nei tempi di reazione, il gruppo DSA presenta punteggi superiori nelle addizioni ($M=6.21$, $ds=1.13$) e nelle prove totali ($M=5.91$, $ds=1.26$) ai rispettivi punteggi nelle addizioni ($M=4.96$, $ds=1.04$) e nelle prove totali ($M=5.10$, $ds=1.02$) del gruppo TD. Invece, i tempi di reazione nelle sottrazioni del gruppo DSA sono solo leggermente maggiori ($M=5.61$, $ds=1.76$) rispetto al gruppo TD ($M=5.21$, $ds=1.13$).

Quindi, nelle addizioni, sia per quanto riguarda la correttezza ($t=-6.49$, $p<.001$, $d=-2.22$), che la rapidità ($t=3.40$, $p=.002$, $d=1.16$), nelle sottrazioni per quanto riguarda la correttezza ($t=-6.22$, $p<.001$, $d=-2.12$), e nelle prove totali, sia per quanto riguarda la correttezza ($t=-7.73$, $p<.001$, $d=-2.64$), che la rapidità ($t=2.12$, $p=.04$, $d=.73$), sono presenti tra il gruppo TD e il gruppo DSA delle differenze statisticamente significative. Invece, nei tempi di reazione delle sottrazioni non risulta esserci una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi ($t=.76$, $p=.45$, $d=.03$).

Tabella 4.4 Statistiche descrittive e T-Test a campioni indipendenti riferite al Math Task.

<i>Math task</i>		<i>DSA</i> <i>M (DS)</i>	<i>TD</i> <i>M (DS)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>Confronto</i>
<i>Addizioni</i>	<i>Acc.</i>	.52 (.16)	.83 (.12)	-6.49	<.001	-2.22	DSA<TD
	<i>RT</i>	6.21 (1.13)	4.96 (1.04)	3.40	.002	1.16	DSA>TD
<i>Sottrazioni</i>	<i>Acc.</i>	.45 (.14)	.78 (.17)	-6.22	<.001	-2.12	DSA<TD
	<i>RT</i>	5.61 (1.76)	5.24 (1.13)	0.76	.45	.026	-
<i>Totale</i>	<i>Acc.</i>	.49 (.13)	.80 (.12)	-7.73	<.001	-2.64	DSA<TD
	<i>RT</i>	5.91 (1.26)	5.10 (1.02)	2.12	.041	.73	DSA>TD

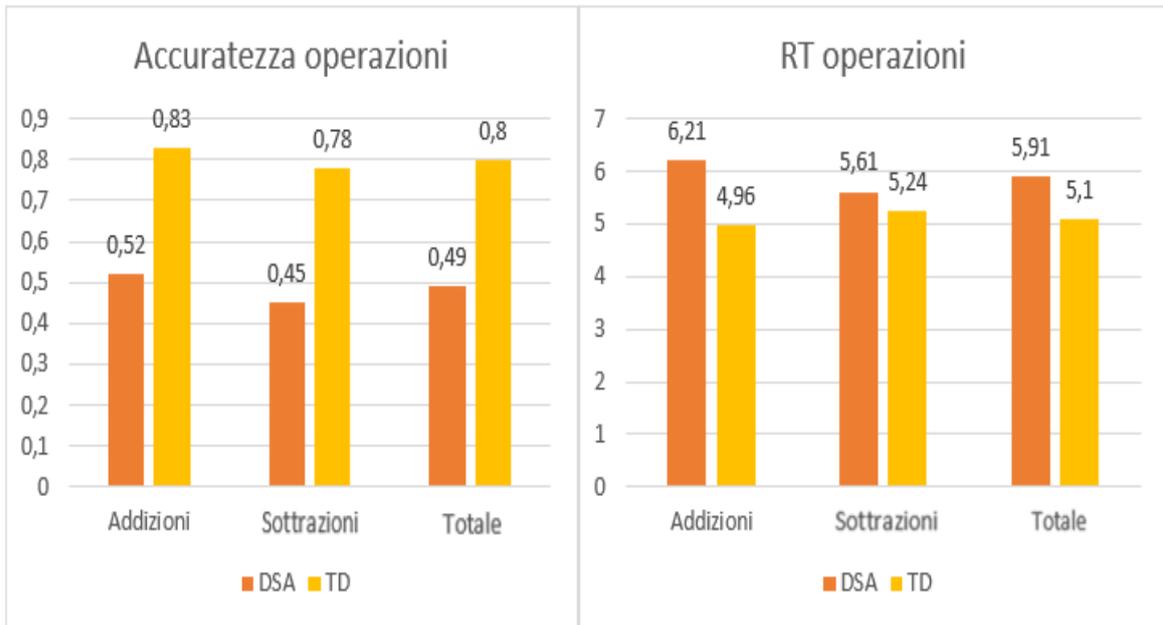


Figura 4.3 Grafici delle medie dei due gruppi nelle operazioni del compito di matematica.

4.2.4 *Self Assessment Manikin scale* (SAM; Badley e Lang, 1994): statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute

Nella tabella 4.6 e nella figura 4.4. sono riportate le statistiche descrittive e l'ANOVA a misure ripetute riferite al questionario SAM (*Self Assessment Manikin Scale*), che è stato somministrato prima e dopo il compito di matematica. Nella situazione pre-compito i punteggi si riferiscono a come i partecipanti si sono sentiti all'idea di dover affrontare un compito di matematica imminente, mentre nella situazione post-compito i punteggi si riferiscono a come i partecipanti si sono sentiti durante lo svolgimento della prova. Nello specifico, con il SAM sono stati valutati la valenza emotiva, l'arousal e la dominanza.

Rispetto alla valenza (cattivo umore-buon umore), il gruppo DSA ($M=6.47$, $ds=2.30$) ha riportato punteggi inferiori rispetto al gruppo TD ($M=7.10$, $ds=1.48$) nella condizione pre-compito, e questa differenza è stata ritrovata anche nella condizione post-compito dove è emersa una riduzione della piacevolezza, sia nel gruppo DSA ($M=5.60$, $ds=1.96$), sia nel gruppo TD ($M=6.30$, $ds=1.81$).

Per quanto riguarda l'arousal (calmo-agitato), nella condizione pre-compito è emerso un punteggio inferiore nel gruppo DSA ($M=2.93$, $ds=1.87$) rispetto al gruppo TD ($M=3.65$, $ds=2.43$), differenza mantenutasi anche nella condizione post-compito, dove si

è notato un aumento dell'attivazione sia nel gruppo DSA (M=3.33, ds=2.66), sia nel gruppo TD (M=5.05, ds=2.04), che è stato maggiore per quest'ultimo.

Nella dominanza (senza controllo-sotto controllo), il gruppo DSA (M=7.40, ds=2.35) e il gruppo TD (M=7.55, ds=1.93) hanno riportato punteggi simili nella condizione pre-compito, mentre nella condizione post-compito sono emersi punteggi leggermente superiori per il gruppo DSA (M=6.53, ds=2.33), rispetto al gruppo TD (M=6.15, ds=2.28).

Per quanto concerne l'ANOVA a misure ripetute effettuata sui risultati, sono stati considerati gli effetti principali del tempo (fattore *within subjects*), per capire se svolgere il questionario prima o dopo il compito abbia determinato punteggi differenti, e del gruppo (fattore *between subjects*), per comprendere se l'appartenenza a gruppo specifico abbia influenzato i risultati, e gli effetti della loro interazione (tempo x gruppo) rispetto alle tre dimensioni di valenza, arousal, dominanza.

Nello specifico, è stato riscontrato un effetto statisticamente significativo rispetto al tempo nella valenza ($F(1, 33) = 4.83; p = .035; \eta^2_p = .13$) e nella dominanza ($F(1, 33) = 6.89; p = .013; \eta^2_p = .17$), e un effetto tendente alla significatività nell'arousal ($F(1, 33) = 4.01; p = .053; \eta^2_p = .11$).

Per quanto riguarda l'effetto del gruppo, è emersa una tendenza alla significatività nella dimensione dell'arousal ($F(1, 33) = 3.71; p = .063; \eta^2_p = .10$), ma non nella valenza ($F(1, 33) = 1.68; p = .20; \eta^2_p = .048$) e nella dominanza ($F(1, 33) = .035; p = .85; \eta^2_p = .001$).

Invece, non è stato riscontrato alcun effetto dell'interazione significativo né nella valenza ($F(1, 33) = .008; p = .93; \eta^2_p = .042$), né nell'arousal ($F(1, 33) = 1.24; p = .27; \eta^2_p = .036$), né nella dominanza ($F(1, 33) = .38; p = .54; \eta^2_p = .011$).

Analizzando i grafici riportati qui di seguito, si nota che in entrambi i gruppi sono avvenute una diminuzione della piacevolezza, un aumento dell'attivazione e una diminuzione della percezione di controllo nella condizione post-compito, rispetto alla condizione pre-compito. Inoltre, si osserva un effetto del gruppo nella dimensione dell'arousal e la mancanza di interazione tra le variabili tempo e gruppo in tutti e tre le dimensioni considerate.

Tabella 4.5 Statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute riferite al questionario SAM, nelle condizioni pre e post-compito di matematica.

Self-Assessment Manikin Scale (SAM)	DSA		TD		ANOVA a misure ripetute	F	p	η^2_p
	PRE M (DS)	POST M (DS)	PRE M(DS)	POST M (DS)				
Valenza	6.47 (2.30)	5.60 (1.96)	7.10 (1.48)	6.30 (1.81)	Effetto principale del tempo	4.83	.035	.13
					Effetto principale del gruppo	1.68	.20	.048
					Effetto interazione tempo x gruppo	.008	.93	.042
Arousal	2.93 (1.87)	3.33 (2.66)	3.65 (2.43)	5.05 (2.04)	Effetto principale del tempo	4.01	.053	.11
					Effetto principale del gruppo	3.71	.063	.10
					Effetto interazione tempo x gruppo	1.24	.27	.036
Dominanza	7.40 (2.35)	6.53 (2.33)	7.55 (1.93)	6.15 (2.28)	Effetto principale del tempo	6.89	.013	.17
					Effetto principale del gruppo	.035	.85	.001
					Effetto interazione tempo x gruppo	.38	.54	.011



Figura 4.4 Grafici relativi a valenza, arousal e dominanza rilevate tramite il SAM.

4.2.5 Questionario su pensieri e preoccupazioni: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute

In questo paragrafo sono presentate le statistiche descrittive e i dati ottenuti grazie all'ANOVA a misure ripetute sul questionario su pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc, somministrato prima e dopo il compito stressante di matematica ad entrambi i gruppi.

Il questionario somministrato ha permesso, prima del compito, di rilevare i pensieri e le preoccupazioni dei partecipanti in attesa dell'imminente *math task*, e, dopo il compito, di indagare i pensieri e le preoccupazioni provate durante lo svolgimento della prova. Nel dettaglio, il questionario ha valutato, per quanto riguarda i pensieri, la percezione di competenza e il confronto sociale, e, per quanto riguarda le preoccupazioni, la preoccupazione per la prestazione e il giudizio sociale.

Riguardo alla percezione di competenza, nella condizione pre-compito il gruppo DSA ($M=9$, $ds=2.39$) ha riportato punteggi maggiori rispetto al gruppo TD ($M=8.55$, $ds=1.99$). Al contrario, nella condizione post-compito, il gruppo DSA ($M=5.53$, $ds=2.29$) ha riportato punteggi inferiori rispetto al gruppo TD ($M=7.61$, $ds=2.33$). Quindi, è avvenuto un calo nei punteggi rilevati tra la fase di pre e la fase di post-compito in entrambi i gruppi, anche se la riduzione è stata più drastica per il gruppo DSA.

Nel confronto sociale, il gruppo DSA ($M=7.07$, $ds=2.84$) ha riportato punteggi molto superiori rispetto al gruppo TD ($M=5.63$, $ds=1.49$) nella condizione pre-compito, mentre nella fase post-compito il gruppo DSA ($M=5$, $ds=2$) ha riportato un punteggio inferiore rispetto al gruppo TD ($M=5.44$, $ds=1.75$). Quindi, è avvenuta una riduzione notevole nel gruppo DSA e un lieve aumento nel gruppo TD dei punteggi rilevati tra la fase di pre e la fase di post-compito.

Rispetto alla preoccupazione per la prestazione, il gruppo DSA ($M=5$, $ds=1.60$) ha riportato punteggi inferiori rispetto al gruppo TD ($M=6.47$, $ds=2.52$) nella condizione pre-compito, e questa differenza è stata ritrovata anche nella condizione post-compito dove è emerso un aumento della preoccupazione, sia nel gruppo DSA ($M=5.87$, $ds=2.67$), sia nel gruppo TD ($M=6.89$, $ds=2.20$).

Per quanto riguarda il giudizio sociale, nella condizione pre-compito è emerso un punteggio leggermente inferiore nel gruppo DSA ($M=6.53$, $ds=4.73$) rispetto al gruppo TD ($M=6.84$, $ds=2.83$), differenza mantentasi anche nella condizione di post-compito, dove sia il gruppo DSA ($M=5.53$, $ds=2.33$), che il gruppo TD ($M=6.74$, $ds=2.88$), hanno

riportato una piccola diminuzione nella preoccupazione del giudizio degli altri rispetto alla fase precedente.

Ora verranno presentati i risultati ottenuti grazie all'ANoVA a misure ripetute rispetto agli effetti principali di tempo (fattore *within subjects*), che si riferiscono all'influenza che l'esecuzione del compito ha sui pensieri e sulle preoccupazioni prima e dopo averlo svolto, di gruppo (fattore *between subjects*), che fanno riferimento a come l'appartenenza ad un gruppo specifico possa influenzare i pensieri e le preoccupazioni riguardo al compito, e di interazione (tempo x gruppo), che considera come svolgere il questionario prima e dopo il compito e, allo stesso tempo, appartenere ad un gruppo rispetto ad un altro possa influenzare pensieri e preoccupazioni relativi al compito.

Analizzando i dati, si evince la presenza di un effetto del tempo statisticamente significativo nella percezione di competenza ($F(1, 33) = 17.89; p < .001; \eta^2_p = .35$) e nel confronto sociale ($F(1, 33) = 6.66; p = .015; \eta^2_p = .17$), mentre non è emerso un effetto del tempo né nella preoccupazione per la prestazione ($F(1, 33) = 2.38; p = .13; \eta^2_p = .067$), né nel giudizio sociale ($F(1, 33) = .10; p = .33; \eta^2_p = .029$).

Inoltre, non è stato rilevato un effetto del gruppo significativo, né per la percezione di competenza ($F(1, 33) = 2.08; p = .16; \eta^2_p = .059$), né per il confronto sociale ($F(1, 33) = .87; p = .36; \eta^2_p = .026$), né per il giudizio sociale ($F(1, 33) = .62; p = .43; \eta^2_p = .018$), ma è emerso un effetto tendente alla significatività solo nella preoccupazione per la prestazione ($F(1, 33) = 3.51; p = .070; \eta^2_p = .096$).

Infine, è stato notato un effetto dell'interazione statisticamente significativo nella percezione di competenza ($F(1, 33) = 5.86; p = .021; \eta^2_p = .15$) e nel confronto sociale ($F(1, 33) = 4.65; p = .039; \eta^2_p = .12$), ma tale effetto non è emerso né nella preoccupazione per la prestazione ($F(1, 33) = .29; p = .59; \eta^2_p = .009$), né nel giudizio sociale ($F(1, 33) = .67; p = .42; \eta^2_p = .020$).

Osservando la Tabella 4.6 e i grafici riportati in Figura 4.5, si nota la presenza dell'effetto dell'interazione tra la variabile tempo e la variabile gruppo negli aspetti di percezione di competenza e confronto sociale. Inoltre, dai grafici si evince come i punteggi medi tendano a diminuire sia nel gruppo TD, sia nel gruppo DSA, tra la fase pre e post-compito, nella percezione di competenza, nel confronto sociale e nel giudizio sociale, mentre tendano ad aumentare nella preoccupazione per la prestazione.

Tabella 4.6 Statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute riferite al questionario su pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc.

Questionario su pensieri e preoccupazioni	DSA		TD		ANoVA a misure ripetute	F	p	η^2_p
	PRE M (DS)	POST M (DS)	PRE M (DS)	POST M (DS)				
Percezione di competenza	9 (2.39)	5.53 (2.29)	8.55 (1.99)	7.61 (2.33)	Effetto principale tempo	17.89	<.001	.35
					Effetto principale gruppo	2.08	.16	.059
					Effetto interazione tempo x gruppo	5.86	.021	.15
Confronto sociale	7.07 (2.84)	5 (2)	5.63 (1.49)	5.44 (1.75)	Effetto principale tempo	6.66	.015	.17
					Effetto principale gruppo	.87	.36	.026
					Effetto interazione tempo x gruppo	4.65	.039	.12
Preoccupazione per la prestazione	5 (1.60)	5.87 (2.67)	6.47 (2.52)	6.89 (2.20)	Effetto principale tempo	2.38	.13	.067
					Effetto principale gruppo	3.51	.070	.096
					Effetto interazione tempo x gruppo	.29	.59	.009
Giudizio sociale	6.53 (4.73)	5.53 (2.33)	6.84 (2.83)	6.74 (2.88)	Effetto principale tempo	.10	.33	.029
					Effetto principale gruppo	.62	.43	.018
					Effetto interazione tempo x gruppo	.67	.42	.020

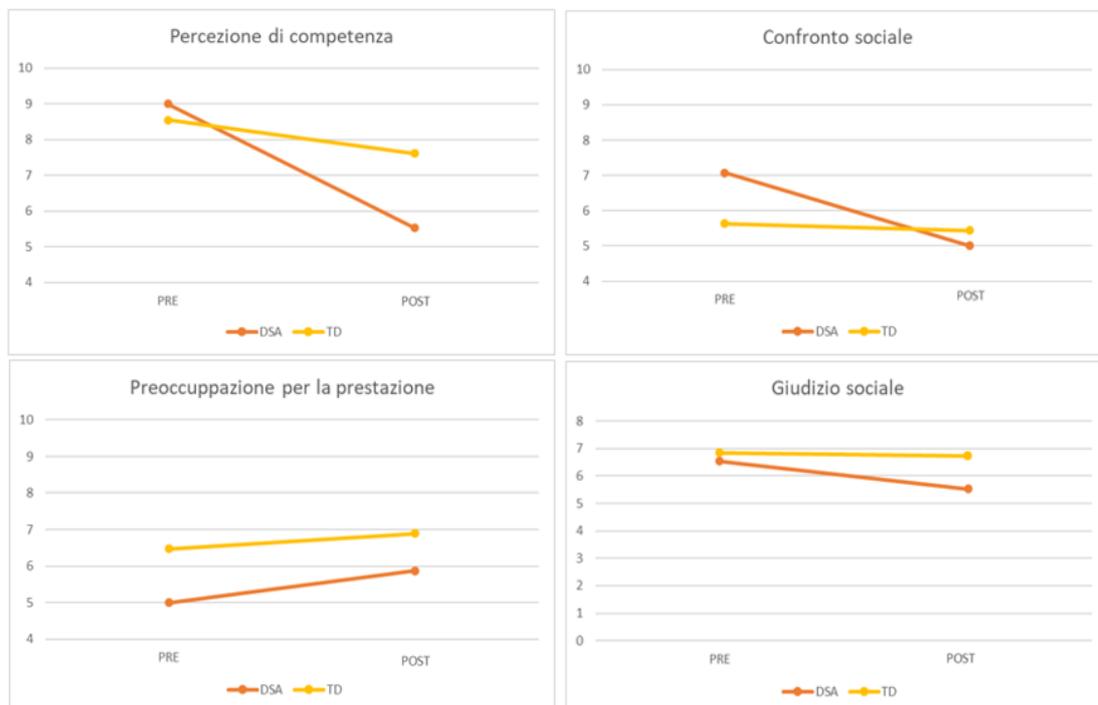


Figura 4.5 Grafici relativi alla percezione di competenza, al confronto con gli altri, alla preoccupazione per la prestazione e al giudizio sociale, del questionario su pensieri e preoccupazioni somministrato pre e post compito.

CAPITOLO 5

Discussione dei risultati

In questo capitolo verranno discussi i risultati presentati precedentemente, tenendo in considerazione le ipotesi di partenza e alla luce della letteratura di riferimento e cercando di individuare i possibili limiti, spunti di ricerca futuri e implicazioni clinico-educative della ricerca.

L'obiettivo principale di questo studio è stato valutare i meccanismi emotivi e cognitivi legati all'ansia per la matematica, dal momento che rappresenta una delle cause principali di difficoltà in matematica, in ragazzi con Disturbo Specifico dell'Apprendimento misto o dislessia evolutiva (DSA) e ragazzi a sviluppo tipico (TD). Nello specifico, sono stati valutati l'ansia per la matematica attraverso l'*Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS), l'ansia da prestazione con il *Multidimensional Anxiety Scale for Children* (MASC-2), i tempi di reazione e l'accuratezza in un compito di matematica, gli aspetti emotivi, ovvero arousal, dominanza e valenza, tramite il *Self-Assessment Manikin scale* (SAM) e gli aspetti cognitivi, ovvero pensieri e preoccupazioni, tramite un questionario costruito ad hoc. Inoltre, gli aspetti emotivi e cognitivi sono stati valutati prima e dopo il compito di matematica.

Riportando le ipotesi di ricerca presentate in precedenza, si è ipotizzato che i livelli di ansia per la matematica e di ansia da prestazione siano più elevati nei ragazzi con disturbo specifico dell'apprendimento rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico e, per quanto riguarda il MASC, si è ipotizzata anche una discrepanza nei punteggi riportati da genitori e figli, a causa di una minore consapevolezza da parte dei ragazzi riguardo ai propri stati emotivi. Inoltre, si è previsto che le prestazioni nel compito di matematica del gruppo DSA siano peggiori rispetto a quelle del gruppo TD. Un'altra ipotesi prevedeva un'alterazione degli aspetti emotivi, come un maggiore arousal, una diminuita valenza e percezione di controllo emotivo, negli studenti con DSA rispetto agli studenti a sviluppo tipico. Infine, relativamente agli aspetti cognitivi, è stato ipotizzato che il gruppo DSA abbia minori percezioni di competenza, peggiori percezioni di sé nel confronto con gli altri, maggiori preoccupazioni per la prestazione e per il giudizio sociale, in buona parte dovute alla paura di essere giudicati negativamente dagli altri, rispetto al gruppo TD.

5.1 Ansia per la matematica e ansia da prestazione: variabili di tratto

Dai risultati non è emersa alcuna differenza significativa nei livelli di ansia per la matematica rilevati con l'AMAS, né nell'ansia di apprendimento, né nell'ansia di valutazione in matematica, tra i ragazzi con DSA e i ragazzi a sviluppo tipico. Quindi, non è stata confermata l'ipotesi iniziale della ricerca, che è stata formulata sulla base degli studi di Passolunghi e colleghi (2011) e Devine e collaboratori (2018), che hanno dimostrato come i bambini con discalculia evolutiva abbiano il doppio della probabilità di riportare alti livelli di ansia per la matematica rispetto ai coetanei a sviluppo tipico. Ad ogni modo, in letteratura, non sono ancora state trovate evidenze empiriche che confermino questa ipotesi per i bambini e ragazzi con disturbo specifico dell'apprendimento in generale.

Una possibile spiegazione del mancato rilevamento di differenze nell'ansia per la matematica nel campione della presente ricerca potrebbe essere che i questionari self-report, come l'AMAS, non sempre riescono a fare emergere il costrutto dell'ansia, soprattutto negli adolescenti, perché quest'ultimi hanno maggiori difficoltà nell'identificare e riferire i propri stati emotivi rispetto a popolazioni di altre età (Villabo et al., 2012; Hourigan et al., 2011).

Un'altra possibile spiegazione dei punteggi simili riportati dai due gruppi nell'AMAS potrebbe essere che gli studenti a sviluppo tipico del presente campione, pur riportando prestazioni adeguate nella materia, presentino ansia per la matematica, la quale, quindi, non è esclusiva dei ragazzi con difficoltà o disturbi dell'apprendimento in matematica (Devine et al., 2018). In maniera simile, gli studenti con disturbo specifico dell'apprendimento possono riportare bassa ansia per la matematica, in relazione alle basse aspettative che hanno verso sé stessi e all'importanza attribuite alla materia (Eccles, 1994).

Anche per quanto riguarda i punteggi ottenuti nel MASC-SR, non è stata confermata l'ipotesi di partenza e, quindi, gli studenti con DSA hanno riportato gli stessi livelli di ansia da prestazione rispetto agli studenti a sviluppo tipico. Tuttavia, è emersa una discrepanza tra il MASC-SR e il MASC-G nei DSA. Infatti, mentre i ragazzi del gruppo DSA hanno riportato nel MASC-SR bassi punteggi negli item dell'ansia da prestazione, i loro genitori hanno attribuito, nel MASC-G, agli stessi sintomi un significato ed una gravità maggiori.

Difatti, come già detto per l'AMAS, alcuni studi hanno sottolineato come la capacità di bambini e ragazzi di riportare in maniera adeguata sintomi emotivi, come l'ansia, nei questionari self-report sia da mettere in discussione e, quindi, l'utilizzo del MASC nella versione per genitori ha permesso di ottenere delle misure più precise e accurate (Villabo et al., 2012).

5.2 Prestazione nel compito di matematica

Riguardo alla prestazione nella prova di matematica, come ipotizzato inizialmente, sono state rilevate differenze statisticamente significative tra il gruppo DSA e il gruppo TD in tutti gli indici misurati, ad eccezione dei tempi di reazione nelle sottrazioni. Infatti, gli studenti con disturbo specifico dell'apprendimento hanno riportato un minor numero di operazioni corrette e maggiori tempi di reazione rispetto agli studenti a sviluppo tipico, riconfermando i dati già presenti in letteratura (Badian, 1983).

La maggiore lentezza e minore accuratezza emerse nel gruppo DSA può essere dovuta ad un deficit nella memoria di lavoro, che influisce sulla prestazione in matematica (LeFevre et al., 2005), e all'utilizzo di strategie di calcolo meno efficaci e diverse rispetto agli studenti a sviluppo tipico. Nello specifico, gli studenti con DSA tendono ad utilizzare strategie di calcolo di tipo procedurale, come il calcolo scritto, che non era consentito nella presente ricerca, rispetto a strategie adottate maggiormente dai ragazzi a sviluppo tipico, come il recupero diretto di fatti aritmetici o l'utilizzo della memoria a lungo termine (Geary & Brown, 1991). Come notato da Caviola e collaboratori (2018), le strategie di tipo procedurale sono più dispendiose in termini di risorse cognitive e portano, quindi, a sovraccaricare la memoria di lavoro, con conseguente calo nella prestazione in matematica.

In generale, questi risultati confermano che la compromissione delle abilità matematiche e, quindi, basse prestazioni in matematica, soprattutto per lo svolgimento di compiti complessi e a tempo, sia una caratteristica fondamentale per la diagnosi di disturbo specifico dell'apprendimento misto o discalculia evolutiva.

5.2.1 Aspetti emotivi implicati

In riferimento agli aspetti emotivi legati alla prestazione nel compito di matematica e indagati attraverso il SAM, ovvero la valenza, l'arousal e la dominanza, è emersa una

differenza significativa tra la fase di pre-test e la fase di post-test in tutte e tre le dimensioni indagate. Nello specifico, i partecipanti hanno riportato una diminuzione della piacevolezza e del senso di controllo e un aumento del livello di attivazione dopo lo svolgimento del compito di matematica, confermando le ipotesi iniziali.

Invece, per quanto riguarda l'effetto dipendente dall'appartenenza al gruppo, è emersa una differenza tendente alla significatività solo nella dimensione dell'arousal, con maggiori livelli di attivazione riportati dagli studenti a sviluppo tipico, rispetto agli studenti con DSA, non confermando così l'ipotesi di partenza. Infatti, in questa ricerca si era ipotizzato che i DSA, dal momento che utilizzano modalità meno efficienti di regolazione emotiva rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico (Bauminger & Kimhi-Kind, 2008), avrebbero svolto una valutazione poco accurata delle emozioni nella fase anticipatoria, con conseguente maggiore alterazione degli aspetti emotivi dopo lo svolgimento del compito rispetto ai TD.

Questi risultati possono essere spiegati dal fatto che alcuni ragazzi, pur presentando un'adeguata prestazione in matematica, possono nascondere in realtà aspetti emotivi e fisiologici negativi legati ad essa. Questo è importante, perché tali emozioni negative, se prolungate e continue nel tempo, possono portare ad effetti negativi a breve e a lungo termine, sulla prestazione e sul benessere scolastico e personale dei ragazzi (Brown & Creaven, 2017).

Un'altra possibile spiegazione della maggiore attivazione riportata dagli studenti a sviluppo tipico rispetto agli studenti con disturbo specifico dell'apprendimento consiste nelle scarse capacità metacognitive nei DSA, necessarie per valutare accuratamente le proprie competenze matematiche, che li portano a non percepire la matematica come una fonte d'ansia (Garrett et al., 2006).

Ancora, come già accennato nel primo paragrafo di questo capitolo, i DSA possono avere basse aspettative verso sé stessi riguardo alle prestazioni matematiche e ritenere che queste basse aspettative nei loro confronti siano presenti anche negli altri (Eccles, 1994). Questo li porterebbe ad una bassa attivazione nello svolgimento del compito, essendo già consapevoli di riconfermare le basse aspettative negative degli altri (Ho et al., 2000). Per di più, i ragazzi con disturbo specifico dell'apprendimento possono considerare la matematica poco importante e questo li porterebbe ad avere una bassa attivazione di fronte a una scarsa prestazione nella materia (Wigfield & Meece, 1988).

5.2.2 Aspetti cognitivi implicati

Per quanto concerne gli aspetti cognitivi, esaminati attraverso il questionario su pensieri e preoccupazioni, è emersa una differenza statisticamente significativa nella percezione di competenza e nel confronto sociale con gli altri tra la fase di pre e la fase di post compito, confermando l'ipotesi di partenza. Nello specifico, i partecipanti hanno riportato minori livelli di percezione delle proprie competenze e del confronto con gli altri, dopo lo svolgimento del compito rispetto alla fase di pre-test, e questo calo è stato maggiore nei DSA rispetto ai TD. Infatti, per entrambe queste sotto-scale, è stato individuato un effetto di interazione (tempo x gruppo) statisticamente significativo; quindi, i DSA dopo il compito di matematica hanno riportato una considerevole riduzione nella percezione di competenza e di confronto sociale.

Però, pur non essendo statisticamente significativo l'effetto del gruppo, si nota che prima del compito gli studenti con disturbo specifico dell'apprendimento hanno riportato una percezione di competenza e di confronto con gli altri maggiore rispetto agli studenti a sviluppo tipico e questo non coincide con l'ipotesi iniziale. Infatti, si era ipotizzato che i DSA avrebbero riportato in generale più bassi livelli di percezione di competenza (Zisimopoulos & Galanaki, 2009) e nel confronto sociale rispetto ai TD; nello specifico, questi livelli inferiori sarebbero riconducibili alla bassa autostima riportata dagli studenti con disturbi specifici dell'apprendimento (Alesi et al., 2012).

Una possibile spiegazione della differenza osservata tra i due gruppi nelle medie riguardanti la percezione di competenza e il confronto sociale prima del compito è che, come accennato nel paragrafo precedente, i DSA hanno scarse abilità metacognitive che non gli permettono di valutare adeguatamente le proprie capacità matematiche (Garrett et al., 2006), tendendo, quindi, a sovrastimarle (Heath et al., 2013). Anche per quanto riguarda il confronto sociale, l'errata autopercezione nei DSA li ha portati a sentirsi come maggiormente competenti rispetto agli altri di quanto in realtà non siano.

Rispetto alla preoccupazione per la prestazione, è emerso un effetto del gruppo tendente alla significatività. Nel dettaglio, i ragazzi a sviluppo tipico si definiscono più preoccupati per la prestazione nel compito di matematica rispetto ai ragazzi con disturbo specifico dell'apprendimento, non confermando, così, l'ipotesi di partenza.

Quest'ultimo aspetto può essere spiegato dalle ricerche riportate nei precedenti paragrafi. Infatti, alcuni adolescenti a sviluppo tipico, pur presentando un'adeguata

prestazione in matematica, possono nascondere fattori emotivi e fisiologici negativi legati ad essa (Brown & Creaven, 2017; Devine et al. 2018), con conseguente aumento della preoccupazione. Altra possibilità è che gli studenti con DSA, a causa di scarse capacità metacognitive, possano sovrastimare le proprie abilità matematiche (Heath et al., 2013), non percependo, così, preoccupazione durante il compito. Infine, potrebbe essere che i DSA affrontino il compito di matematica con poche preoccupazioni, a causa delle aspettative negative in matematica proprie ed altrui verso sé stessi (Ho et al., 2000), come se fossero già rassegnati ad una scarsa prestazione.

Riguardo alla paura del giudizio sociale, pur non essendo emersa nessuna differenza statisticamente significativa, il gruppo a sviluppo tipico rimane costante nei punteggi, mentre il gruppo con DSA riporta punteggi leggermente più bassi nella fase post-test rispetto alla fase pre-test e questo non conferma le ipotesi di partenza. Infatti, secondo diversi studi, gli studenti DSA presentano livelli medi di ansia sociale più alti rispetto agli studenti TD (Mammarella et al., 2016), quindi la paura di sentirsi giudicati dovrebbe risultare più elevata nei primi, rispetto ai secondi. Ad ogni modo, anche per il giudizio sociale possono essere applicate le considerazioni appena fatte sulla preoccupazione per la prestazione.

5.3 Implicazioni clinico-educative

Una delle principali implicazioni educative di questa ricerca è il fatto che i ragazzi con disturbo dell'apprendimento misto o discalculia possano avere difficoltà maggiori in matematica, e, quindi, vanno seguiti e supportati, cercando di ridurre queste difficoltà attraverso interventi mirati. Nello specifico, appunto perché l'ansia per la matematica e la discalculia evolutiva sono in gran parte dissociate (Devine et al., 2018), gli interventi mirati a ridurre i pensieri intrusivi e le preoccupazioni possono essere utili per i ragazzi con ansia per la matematica, mentre gli interventi che si focalizzano sulle abilità numeriche, sulla memoria di lavoro e sull'elaborazione visuo-spaziale è più probabile che abbiano effetti positivi su ragazzi con discalculia evolutiva.

Inoltre, si è notato che alcuni studenti a sviluppo tipico possono riportare livelli di ansia per la matematica, pur avendo risultati adeguati in matematica (Devine et al., 2018). Quindi, è importante non utilizzare i risultati in matematica come unica misura del benessere matematico dei ragazzi, ma usare anche altre metodologie. Infatti, studenti con

elevati livelli di ansia per la matematica possono sviluppare atteggiamenti negativi nei confronti della matematica in futuro e, quindi, evitare o abbandonare carriere accademiche o lavorative che richiedano competenze matematiche.

Per di più, è importante creare contesti di apprendimento stimolanti e coinvolgenti in classe, dove si possa sviluppare una migliore percezione delle proprie abilità matematiche, più coerenti con le reali competenze di cui i ragazzi con DSA dispongono, senza che esse vengano sottostimate (Zisimopoulos & Galanaki, 2009), o sovrastimate (Heath et al., 2013).

Infine, la maggiore consapevolezza rispetto all'ansia da prestazione riportata dai genitori tramite il MASC-G, sottolinea il ruolo chiave della famiglia, oltre che degli insegnanti, nell'identificare ed affrontare l'ansia per la matematica; infatti, Berkowitz e colleghi (2015) hanno osservato che aumentare le attività quotidiane che comprendono la matematica porti a un miglioramento della prestazione tra gli studenti con alti livelli di ansia per la matematica.

5.4 Limiti dello studio e prospettive future

Uno dei limiti presenti nella suddetta ricerca è la ridotta potenza statistica dei risultati ottenuti, dovuta alla limitata numerosità campionaria dei partecipanti, che andrebbe aumentata per poter generalizzare su più larga scala gli effetti rilevati. Infatti, lo studio ha coinvolto 35 partecipanti, di cui 20 a sviluppo tipico e 15 con disturbo specifico dell'apprendimento misto o discalculia.

A tal proposito, sarebbe interessante diversificare il campione DSA sulla base della diagnosi (discalculia e dislessia; discalculia e disortografia; discalculia, disortografia e dislessia; discalculia), così da individuare possibili differenze o punti in comune nell'ambito dell'ansia per la matematica tra i vari gruppi con DSA.

Ancora, come è emerso dalla somministrazione dei questionari AMAS e MASC-2, per valutare l'ansia per la matematica in bambini e adolescenti sarebbe necessario utilizzare, oltre ai questionari self-report, altri strumenti che permettano, ad esempio, di rilevare misure comportamentali, fisiologiche o neuronali.

Inoltre, sarebbe fondamentale analizzare anche i livelli di ansia per la matematica percepita e riferita rispetto agli studenti da parte degli insegnanti. Infatti, come è stato sottolineato da numerose ricerche, gli insegnanti sono le figure che, insieme ai genitori,

possono influenzare maggiormente, sia in modo positivo, sia in modo negativo, l'ansia per la matematica, gli atteggiamenti e i pensieri relativi ad essa degli studenti.

Per di più, sarebbe utile analizzare la motivazione e i pensieri relativi all'utilità della matematica nei ragazzi, entrambi aspetti che influiscono sull'ansia per la matematica e sulla prestazione in questa materia.

Infine, sarebbe importante considerare anche le differenze di genere che, come sostiene la letteratura, sono uno degli aspetti che più concorre nell'influenzare l'ansia per la matematica. Però, per poter rilevare degli effetti nella variabile del genere, sarebbe necessario un aumento considerevole del numero di partecipanti.

Ad ogni modo, si spera che le ricerche future tengano conto di questi aspetti nello studio dell'ansia per la matematica e, in particolare, della sua relazione con i disturbi specifici dell'apprendimento.

Riferimenti bibliografici

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

Alesi, M., Rappo, G., & Pepi, A. (2012). Self-esteem at school and self-handicapping in childhood: Comparison of groups with learning disabilities. *Psychological reports, 111*(3), 952-962. <https://doi.org/10.2466/15.10.PR0.111.6.952-962>

Alexander, L., & Martray, C. (1989). The development of an abbreviated version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 22*, 143–150. <https://doi.org/10.1080/07481756.1989.12022923>

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders: DSM-5 (Vol. 5)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.

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

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

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 243–248.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.3758/BF03194059>

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition* (pp. 315–327). New York: Psychology Press.

Ashcraft, M. H., & Stazyk, E. H. (1981). Mental addition: A test of three verification models. *Memory & Cognition*, 9, 185–196.

<https://doi.org/10.3758/BF03202334>

Badian, N. A., & Ghublikian, M. (1983). The personal-social characteristics of children with poor mathematical computation skills. *Journal of Learning Disabilities*, 16(3), 154-157. <https://doi.org/10.1177/002221948301600304>

Bauminger, N., & Kimhi-Kind, I. (2008). Social Information Processing, Security of Attachment, and Emotion Regulation in Children With Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41(4), 315–332. <https://doi.org/10.1177/0022219408316095>

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academic of Sciences*, 107, 1860–1863. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910967107>

Berkowitz, T., Schaeffer, M. W., Maloney, E. A., Peterson, L., Gregor, C., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Math at home adds up to achievement in school. *Science*, 350(6257), 196-198. <https://doi.org/10.1126/science.aac7427>

Biancardi, A., & Nicoletti, C. (2004). *Batteria per la Discalculia Evolutiva, BDE*. Torino: Omega Editore.

Biscaldi, M., Fischer, B., & Aiple, F. (1994). Saccadic Eye Movements of Dyslexic and Normal Reading Children. *Perception*, 23(1), 45–64.
<https://doi.org/10.1068/p230045>

Biscaldi, M., Fischer, B., & Hartnegg, K. (2000). Voluntary Saccadic Control in Dyslexia. *Perception*, 29(5), 509–521. <https://doi.org/10.1068/p2666a>

Bisiacchi, P. S., Cendron, M., & Gugliotta, M. (2005). *BVN 5-11: Batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva*. Edizioni Centro Studi Erickson.

Borean, M., Paciulli, G., Bravar, L., & Zoia, S. (2012). *DGM-P. Test per la valutazione delle difficoltà grafo-motorie e posturali della scrittura*, Trento, Erickson.

Bradley, L., & Bryant, P. (1983). Categorizing sounds and learning to read—a causal connection. *Nature* 301, 419–421 <https://doi.org/10.1038/301419a0>

Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), 49-59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)

Brown, E. G., & Creaven, A. M. (2017). Performance feedback, self-esteem, and cardiovascular adaptation to recurring stressors. *Anxiety, Stress, & Coping*, 30(3), 290–303. <https://doi.org/10.1080/10615806.2016.1269324>

Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *J Child Psychol Psychiatry*, 46(1), 3–18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>

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

Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition & Emotion*, 31(4), 755–764. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1147421>

Caviola, S., Mammarella, I. C., Pastore, M., & LeFevre, J.-A. (2018). Children's strategy choices on complex subtraction problems: Individual differences and developmental changes. *Frontiers in Psychology*, 9, 1209. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01209>

Coltheart M. (2006). Dual route and connectionist models of reading: an overview. *London Review of Education*. 4 (1), 5–17. <http://dx.doi.org/10.1080/13603110600574322>

Coltheart, M. (1981). Disorders of reading and their implications for models of normal reading. *Visible Language*, 15, 245-286.

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). The DRC model: A model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, 108, 204-258. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.108.1.204>

Cornoldi, C. (1999). *Difficoltà e disturbi dell'apprendimento*. Il Mulino.

Cornoldi, C. (Ed.). (2019). *I Disturbi dell'Apprendimento*. Società editrice Il Mulino, Spa.

Cornoldi, C., & Candela, M., (2015). *Prove di lettura e scrittura MT 16-19: Batteria per la verifica degli apprendimenti e la diagnosi di dislessia e disortografia: classi terza, quarta, quinta della scuola secondaria di secondo grado*. Trento, Edizioni Erickson.

Cornoldi, C., & Tressoldi, P. (2014). Linee guida per la diagnosi dei profili di dislessia e disortografia previsti dalla legge 170: invito a un dibattito, in "*Psicologia clinica dello sviluppo, Rivista quadrimestrale*" 1/2014, pp. 75-92, <https://doi.org/10.1449/77111>

Cornoldi, C., Baldi, A.P., & Gioffrè, D. (2017) *Prove MT Avanzate-3-Clinica*. Trento, Centro Studi Erickson.

Cornoldi, C., Mammarella, I., & Caviola, S., (2020). *AC-MT-3 Test di valutazione della abilità di calcolo e del ragionamento matematico*, Erickson.

Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szucs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110, 431–444. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/edu0000222>

Dew, K. M. H., Galassi, J. P., & Galassi, M. D. (1983). Mathematics anxiety: Some basic issues. *Journal of Counseling Psychology*, 30, 443–446.

Doumas, M., Morsanyi, K., & Young, W. R. (2018). Cognitively and socially induced stress affects postural control. *Experimental Brain Research*, 236(1), 305–314. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5128-8>

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

Dreger, R. M., & Aiken, L. R. J. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344–351. <https://doi.org/10.1037/h0045894>

Eccles, J. S. (1994). Understanding women's educational and occupational choices: Applying the Eccles et al. model of achievement-related choices. *Psychology of Women Quarterly*, 18, 585–609. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-6402.1994.tb01049.x>

Eysenck, M., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>

Facoetti, A., & Molteni, M. (2001). The gradient of visual attention in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 39(4), 352–357. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(00\)00138-x](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(00)00138-x)

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-Spatial Attention in Developmental Dyslexia, *Cortex*, 36(1), 0–123. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70840-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70840-2)

Faramarzi S., Moradi M., & Abedi A. (2017). Comparing the effect of thinking maps training package developed by the thinking maps method on the reading performance of dyslexic students. *Journal of Psycholinguistic Research*. 2018; 47(3):627-640. <https://doi.org/10.1007/s10936-017-9545-4>

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

Frith, U. (1985). Beneath the Surface of developmental dyslexia. *Surface Dyslexia*, 301-330. <https://doi.org/10.4324/9781315108346-18>

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>

Garrett, A. J., Mazzocco, M. M. M., & Baker, L. (2006). Development of the metacognitive skills of prediction and evaluation in children with or without math disability. *Learning Disabilities Research & Practice*, 21, 77–88. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5826.2006.00208.x>

Geary, D. C., & Brown, S. C (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of-processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 398–406.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0012-1649.27.3.398>

Hamstra-Bletz, L., & Blöte, A.W. (1993). A longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school, *Journal of Learning Disabilities*, 26, 10, pp. 689-699.

<https://doi.org/10.1177/002221949302601007>

Harackiewicz, J. M., Rozek, C. S., Hulleman, C. S., & Hyde, J. S. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science: An experimental test of a utility-value intervention. *Psychological Science*, 23(8), 899–906.

<https://doi.org/10.1177/0956797611435530>

Hartwright, C. E., Looi, C. Y., Sella, F., Inuggi, A., Santos, F. H., González-Salinas, C., & Fuentes, L. J. (2018). The neurocognitive architecture of individual differences in math anxiety in typical children. *Scientific Reports*, 8.

<https://doi.org/10.1038/s41598-018-26912-5>

Heath, N., Roberts, E., & Toste, J. R. (2013). Perceptions of academic performance: Positive illusions in adolescents with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46, 402–412. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219411428807>

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 33–46.

<https://doi.org/10.5951/jresematheduc.21.1.0033>

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

Ho, H.-Z., Senturk, D., Lam, A. G., Zimmer, J. M., Hong, S., Okamoto, Y., . . . Wang, C.-P. (2000). The affective and cognitive dimensions of math anxiety: A cross-national study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31, 362–379. <http://dx.doi.org/10.2307/749811>

Hopko, D. R., Ashcraft, M. H., Gute, J., Ruggiero, K. J., & Lewis, C. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism. *Journal of Anxiety Disorders*, 12, 343–355. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(98\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(98)00019-X)

Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., & Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103252351>

Hopko, D. R., McNeil, D. W., Gleason, P. J., & Rabalais, A. E. (2002). The emotional stroop paradigm: Performance as a function of stimulus properties and self-reported mathematics anxiety. *Cognitive Therapy and Research*, 26(2), 157–166. <https://doi.org/10.1023/A:1014578218041>

Hourigan, S. E., Goodman, K. L., & Southam-Gerow, M. A. (2011). Discrepancies in parents' and children's reports of child emotion regulation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(2), 198-212. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.03.002>

Istituto Superiore di Sanità [2011], Consensus Conference, Disturbi Specifici dell'Apprendimento, Roma, Dicembre 2010.

https://www.aiditalia.org/Media/Documents/consensus/Cc_Disturbi_Apprendimento.pdf

Jameson, M. M., & Fusco, B. R. (2014). Math Anxiety, Math Self-Concept, and Math Self-Efficacy in Adult Learners Compared to Traditional Undergraduate Students. *Adult Education Quarterly*, 64(4), 306–322. <https://doi.org/10.1177/0741713614541461>

Jamieson, J. P., Peters, B. J., Greenwood, E. J., & Altose, A. J. (2016). Reappraising stress arousal improves performance and reduces evaluation anxiety in classroom exam situations. *Social Psychological and Personality Science*, 7, 579–587. <https://doi.org/10.1177/1948550616644656>

Kamann, M. P., & Wong, B. Y. (1993). Inducing adaptive coping self-statements in children with learning disabilities through self-instruction training. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 630–638. <https://doi.org/10.1177/002221949302600913>

Lai, Y., Zhu, X., Chen, Y., & Li, Y. (2015). Effects of mathematics anxiety and mathematical metacognition on word problem solving in children with and without mathematical learning difficulties. *PLoS One*, 10(6), e0130570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130570>

Landerlab, K., Anna Bevan, A., & Brian Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93 (2), 99-125. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2003.11.004>

LeFevre, J.-A., DeStefano, D., Coleman, B., & Shanahan, T. (2005). Mathematical cognition and working memory. In J. I. D. Campbell (Ed.), *Handbook of mathematical cognition*, 361–378, New York: Psychology Press.

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

Lucangeli, D. (2009). *Discalculia test: Test per la valutazione delle abilità e dei disturbi del calcolo*. Centro studi Erickson.

Lucangeli, D., & Scruggs, T. E. (2003). Text anxiety, perceived competence, and academic achievement in secondary school students. In *Advances in learning and behavioral disabilities*. Emerald Group Publishing Limited.
[https://doi.org/10.1016/S0735-004X\(03\)16008-9](https://doi.org/10.1016/S0735-004X(03)16008-9)

Lucangeli, D., Tressoldi, P. E., & Fiore F. (1998). *Test ABCA. Test delle abilità di calcolo aritmetico*. Centro Studi Erickson.

Lundberg, I., & Sterner, G. (2006). Reading, arithmetic and task orientation: How are they related? *Annals of Dyslexia*, 56, 361–377.
<https://doi.org/10.1007/s11881-006-0016-0>

Luo, W., Hogan, D., Tan, L. S., Kaur, B., Ng, P. T., and Chan, M. (2014). Self-construal and students' math self-concept, anxiety and achievement: an examination of achievement goals as mediators. *Asian J. Soc. Psychol.* 17, 184–195.
<https://doi.org/10.1111/ajsp.12058>

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012a). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102–2110.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289>

Lyons, I. M., & Beilock, S. L. (2012b). When math hurts: Math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. *PLoS One*, 7(10).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>

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>

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

Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 10–16. <https://doi.org/10.1080/17470218.2010.533278>

Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science*, 26, 1480–1488.
<https://doi.org/10.1177/0956797615592630>

Maloney, E. A., Risko, E. F., Ansari, D., & Fugelsang, J. (2010). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114, 293–297. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.09.013>

Mammarella, C. I., Caviola, S., Giofrè, D., & Szűcs, D. (2018). The underlying structure of visuospatial working memory in children with mathematical learning disability. *British Journal of Developmental Psychology*, 36, 220–235. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12202>

Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Borella, E. (2018). Separating math from anxiety: The role of inhibitory mechanisms. *Applied Neuropsychology: Child*, 7(4), 342–353. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1341836>

Mammarella, I. C., Donolato, E., Caviola, S., & Giofrè, D. (2018). Anxiety profiles and protective factors: A latent profile analysis in children. *Personality and Individual Differences*, 124, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2017.12.017>

Mammarella, I. C., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., & Szucs, D. (2015). Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37, 878–887. <https://doi.org/10.1080/13803395.2015.1066759>

Mammarella, I. C., Caviola, S., & Dowker, A. (2019). *Mathematics Anxiety: What is Known and What is still to be Understood*. Routledge.

Mammarella, I.C., Ghisi, M., Bomba, M., Bottesi, G., Caviola, S., Broggi, F., Nacinovich, R. (2016). Anxiety and depression in children with non-verbal learning disabilities, reading disabilities, or typical development. *Journal of Learning Disabilities*, 49(2), 130-139. <https://doi.org/10.1177/0022219414529336>

March, J. S., Parker, J. D., Sullivan, K., Stallings, P., & Conners, C. K. (1997). The Multidimensional Anxiety Scale for Children (MASC): factor structure, reliability, and validity. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(4), 554-565. <https://doi.org/10.1097/00004583-199704000-0001>

Maslow, A. H. (1943). A dynamica theory of human motivation. *Psychological Review*, 50, 370–396. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/11305-004>

McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44 (1–2), 107-157. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(92\)90052-J](https://doi.org/10.1016/0010-0277(92)90052-J)

McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A, (1985). Cognitive mechanism in number processing and calculation. evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196. [https://doi.org/10.1016/0278-2626\(85\)90069-7](https://doi.org/10.1016/0278-2626(85)90069-7)

Miles, T. R., Haslum, M. N. & Wheeler, T. J. (2001) ‘The mathematical abilities of dyslexic 10-year-olds.’ *Annals of Dyslexia*, 51, pp. 299–321. <https://doi.org/10.1007/s11881-001-0015-0>

Nation, K., Cocksey, J., Taylor, J.S., & Bishop, D.V. (2010), A longitudinal investigation of early reading and language skills in children with poor reading comprehension. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51, 1031-1039. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02254.x>

Park, D., Ramirez, G., & Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: Applied* , 20 , 103–111. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/xap0000013>

Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and emotional factors in children with mathematical learning disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 58, 61–73. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.547351>

Passolunghi, M. C., & Pellizzoni, S. (2018). *Math anxiety and numeracy training in fourth-grade children*. Lecture proposed at The 1st Mathematical Cognition and Learning Society Conference, Oxford, UK.

Petronzi, D., Staples, P., Sheffield, D., Hunt, T., & Fitton-Wilde, S. (2017). Numeracy apprehension in young children: Insights from children aged 4–7 years and primary care providers. *Psychology and Education*, 54, 1–26.

Plake, B. S., & Parker, C. S. (1982). The development and validation of a revised version of the Mathematics Anxiety Rating Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 42(2), 551–557. <https://doi.org/10.1177/001316448204200218>

Pletzer, B., Kronbichler, M., Nuerk, H.-C., & Kerschbaum, H. H. (2015, April). Mathematics anxiety reduces default mode network deactivation in response to numerical tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00202>

Premeti, A., Bucci, M.P., & Isel, F. (2022). Evidence from ERP and Eye Movements as Markers of Language Dysfunction in Dyslexia. *Brain Sci.*, 12, 73. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010073>

Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 83–100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>

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

Ramirez, G., Shaw, S., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53, 145–164. Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale. *Journal of Counseling Psychology*, 19, 551–554. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>

Re A. M., Cazzaniga, S., & Pedron M. (2009). *Io scrivo. Valutazione e potenziamento delle abilità di espressione scritta*. Giunti Scuola.

Re, A.M., Mirandola, C., Esposito, S.S. e Capodieci, A. (2014), Spelling errors among children with ADHD symptoms: The role of working memory, *Research in Developmental Disabilities*, 35, 9, pp. 2199-2204. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.010>

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

Rubinsten, O., Eidlin, H., Wohl, H., & Akibli, O. (2015). Attentional bias in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 6, 1539. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01539>

Salvia, E., Guillot, A., Collet, C., Ea, C., Motrice, P., Bernard, U. C., France, I. U. De. (2013). The effects of mental arithmetic strain on behavioral and physiological responses, 27(4), 173–184. <https://doi.org/10.1027/0269-8803/a000102>

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

Sartori, G., & Job, R. (2007). *DDE-2: Giunti OS Organizzazioni Speciali: batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva-2: protocollo di registrazione*. Giunti OS, Organizzazioni Speciali.

Seligman, M. E. P. (1990), *Learned Optimism. How to Change Your Mind and Your Life*, tr. it. *Imparare l'ottimismo. Come cambiare la vita cambiando il pensiero*, Centro Studi Erikson, Trento 1996.

Snowling, M. (1987). *Dyslexia: A cognitive developmental perspective*. Basil Blackwell.

Suarez-Pellicioni, M., Nunez-Pena, M. I., & Colome, A. (2015). Attentional bias in high math-anxious individuals: Evidence from an emotional Stroop task. *Frontiers in Psychology*, 6, 1577. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01577>

Suinn, R. M., & Edwards, R. (1982). The measurement of mathematics anxiety: The Mathematics Anxiety Rating Scale for adolescents: MARS-A. *Journal of Clinical Psychology*, 38(3), 576–580.

[https://doi.org/10.1002/1097-4679\(198207\)38:33.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1097-4679(198207)38:33.0.CO;2-V)

Supekar, K., Iuculano, T., Chen, L., & Menon, V. (2015). Remediation of childhood math anxiety and associated neural circuits through cognitive tutoring. *The Journal of Neuroscience*, 35, 12574–12583. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0786-15.2015>

Temple, C. M. (1991). Procedural Dyscalculia and Number Fact Dyscalculia: Double Dissociation in Developmental Dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8 (2), 155-176. <https://doi.org/10.1080/02643299108253370>

Tobias, S. (1986). “Anxiety and cognitive processing of instruction,” in *Self-Related Cognitions in Anxiety and Motivation*, ed. R. Schwarzer (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates), 35–54.

Tobias, S., & Weissbrod, C. (1980). Anxiety and mathematics: An update. *Harvard Educational Review*, 50, 63–70.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.17763/haer.50.1.xw483257j6035084>

Tressoldi, P. E., & Vio, C (2008). Significatività clinica negli studi di efficacia dei trattamenti per i disturbi dell'apprendimento: una proposta, in "*Psicologia clinica dello sviluppo, Rivista quadrimestrale*" 2/2008, pp. 291-302. <https://doi.org/10.1449/27510>

Tressoldi, P. E., Vio, C., & Lo Presti, G. (2012). *Il trattamento dei disturbi specifici dell'apprendimento scolastico*. Erickson.

Tressoldi, P.E., Cornoldi, C. & Re, A.M. (2013). *BVSCO-2. Batteria per la Valutazione della Scrittura e della Competenza Ortografica-2: Manuale e materiali per le prove*, Firenze, Giunti OS

Vigna, G., Enrico Ghidoni, E., Burgio, F., Danesin, L., Damiano A., Silvia Benavides-Varela S., & Semenza, C. (2022). Dyscalculia in Early Adulthood: Implications for Numerical Activities of Daily Living, *Brain Sci*, 12(3), 373. <https://doi.org/10.3390/brainsci12030373>

Villabo, M., Gere, M., Torgersen, S., March, J. S., Kendall, P. C. (2012). Diagnostic efficiency of the child and parent versions of the Multidimensional Anxiety Scale for children. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 41(1), 75-85. <https://doi.org/10.1080/15374416.2012.632350>

Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukovski, S., Sooden, B., Thompson, L. A., . . . Petrill, S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55, 1056–1064. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12224>

Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children–Fourth Edition (WISC-IV)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation, 3.

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

World Health Organization (WHO). (2018). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD-11)* (11th ed.). <https://icd.who.int/en>

Young, C. B., Wu, S. S., & Menon, V. (2012). The neurodevelopmental basis of math anxiety. *Psychological Science*, 23(5), 492–501.

<https://doi.org/10.1177/0956797611429>

Zisimopoulos, D. A., & Galanaki, E. P. (2009). Academic intrinsic motivation and perceived academic competence in Greek elementary students with and without learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(1), 33-43.

<https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2008.01275.x>

Ringraziamenti

Desidero ringraziare le persone che mi hanno aiutato in questo percorso, partendo dalla Professoressa Irene Cristina Mammarella e dalla Dottoressa Rachele Lievore, per il supporto, l'aiuto e la pazienza dimostratimi in tutte le fasi della ricerca, dall'inizio del tirocinio alla stesura della tesi.

Inoltre, vorrei ringraziare le scuole secondarie di primo grado Montecuccoli di Pavullo (MO) e Muratori di Vignola (MO), per avermi concesso il tempo e gli spazi necessari per la raccolta dei dati.

Un ringraziamento speciale va a mia madre e mio padre, alle mie zie Nicoletta e Annalisa, per l'aiuto nel reclutamento di partecipanti per la ricerca, ai parenti e agli amici.

Infine, desidero dedicare questa tesi a mia sorella Alessia, per l'ispirazione e l'affetto che mi trasmette ogni giorno.