



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di laurea in Psicologia Cognitiva Applicata

Elaborato finale

**Aspetti cognitivi ed emotivi dell'Ansia per la matematica nei
Disturbi Specifici dell'Apprendimento**

**Cognitive and Emotional Aspects of Math Anxiety
in Learning Disabilities**

**Relatrice
Prof.ssa Sara Caviola**

**Correlatrice
Dott.ssa Rachele Lievore**

**Laureanda: Marta Pretto
Matricola: 2016762**

Anno Accademico 2021/2022

Sommario

Introduzione	5
I Disturbi Specifici dell'Apprendimento.....	7
1.1 Cenni storici	7
1.2 Descrizione e caratteristiche cliniche.....	9
1.3 Criteri diagnostici.....	11
1.3.1 Dislessia evolutiva	14
1.3.2 Disturbo della scrittura.....	16
1.3.3 Discalculia evolutiva.....	18
1.4 Diagnosi differenziale	19
1.5 Comorbilità	20
1.6 Eziologia	20
1.7 Epidemiologia	22
1.8 Modelli teorici di riferimento.....	23
L'ansia per la matematica nei DSA.....	27
2.1 Definizione di Ansia per la matematica.....	27
2.1.1 Prevalenza	29
2.1.2 Fattori di rischio ed eziologia.....	30
2.1.3 Correlati neurobiologici	32
2.1.4 Strumenti di valutazione	34
2.2 Ansia per la matematica e aspetti emotivi legati all'apprendimento	35
2.3 Ansia per la matematica e la performance	35
2.4 Ansia per la matematica e Disturbi Specifici dell'Apprendimento	38
2.5 Interventi per ridurre l'ansia per la matematica	39
La ricerca.....	41
3.1 Obiettivi	41
3.2 Ipotesi di ricerca.....	41
3.3 Partecipanti.....	42
3.4 Metodo	43
3.4.1 Fase di screening.....	43
3.4.2 Fase sperimentale.....	46
3.5 Procedura	50
I risultati.....	51
4.1 Prove di screening	51
4.1.1 Età in mesi.....	52
4.1.2 Quoziente intellettivo in forma breve	52

4.1.3 Prove degli apprendimenti	52
4.2 Prove sperimentali.....	53
4.2.1 Questionario AMAS: statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti	54
4.2.2 Math task: statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti.....	55
4.2.3 Questionario SAM: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute	57
4.2.4 Questionario “Pensieri e preoccupazioni”: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute	60
Discussione dei risultati	67
5.1 Prestazione nella prova di matematica.....	68
5.2 Livelli di ansia per la matematica	68
5.3 Aspetti emotivi legati alla prova di matematica.....	69
5.4 Percezione di competenza e preoccupazioni legate alla prova di matematica.....	70
5.5 Limiti dello studio.....	71
5.6 Implicazioni cliniche e educative.....	71
Bibliografia	73

Introduzione

Alla base di questo studio c'è la volontà di indagare l'ansia per la matematica in bambini e ragazzi con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) a confronto con un gruppo di controllo a sviluppo tipico (TD). Oltre alla capacità dei soggetti di far fronte ad un compito stressante prestazionale di tipo aritmetico, sono stati analizzati gli aspetti cognitivi, come i pensieri e le preoccupazioni, e gli aspetti emotivi. Inoltre, è stata valutata l'ansia per la matematica, sia in relazione all'ansia da apprendimento della materia sia all'ansia da valutazione.

Le motivazioni che mi hanno spinto ad approfondire questo argomento sono state la passione per la matematica e la volontà di capire perché tanti bambini e ragazzi si trovano in particolare difficoltà ad affrontare questa materia.

La tesi è articolata in cinque capitoli.

Nel primo capitolo viene affrontato il tema dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento, attraverso una descrizione dettagliata delle caratteristiche e dei criteri diagnostici.

Il secondo capitolo si concentra sul costrutto dell'Ansia per la Matematica secondo la letteratura presente, considerando la sua relazione con l'apprendimento della matematica, e il collegamento con i Disturbi Specifici dell'Apprendimento.

Nel terzo capitolo verranno esposti gli obiettivi e le ipotesi della ricerca, il metodo, gli strumenti e le modalità di raccolta dei dati.

Il quarto capitolo si occupa di presentare i risultati della ricerca, in seguito alle opportune analisi statistiche.

Nel quinto e ultimo capitolo sono stati commentati i risultati tenendo in considerazione le ipotesi formulate inizialmente e la letteratura di riferimento.

CAPITOLO 1

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) costituiscono una categoria eterogenea di disturbi del neurosviluppo che riguardano gli apprendimenti di base della lettura, della scrittura e del calcolo che emergono in età evolutiva (*American Psychiatric Association* [APA], 2013). Queste condizioni cliniche sono circoscritte a domini cognitivi specifici che non interessano il funzionamento cognitivo generale dell'individuo, tuttavia le conseguenze causate da questi disturbi possono perdurare lungo tutto l'arco di vita.

1.1 Cenni storici

I primi studi sistematici su situazioni di rendimento scolastico deficitario in assenza di disabilità intellettiva risalgono agli anni '50 e '60 in America. Lo psicologo ed educatore Alexander Kirk (1904-1996) utilizza per la prima volta il termine *Learning disabilities* nel 1962 riferendosi a disturbi nello sviluppo dei processi del linguaggio, della lettura e della scrittura in bambini che presentavano un quadro intellettivo nella norma.

Nello stesso anno, il dipartimento dell'istruzione degli Stati Uniti utilizza la dicitura *Specific Learning Disabilities*. La prima definizione importante di DSA è stata data nel report di gennaio del 1968 del *National Advisory Committee on Handicapped Children* portando, nel 1969, ad includere nella legge USA 91/230 il *Children with Specific Learning Disabilities Act*. Nel 1990, Hammil introduce il concetto di *Learning Disabilities* riferendosi a un gruppo eterogeneo di disturbi che si manifestano attraverso significative difficoltà nell'acquisizione e nell'uso di abilità di ascolto, espressione orale, lettura, ragionamento e matematica, presumibilmente dovuti a disfunzioni del sistema nervoso centrale.

La traduzione italiana del termine *Learning Disabilities* fu "Disturbo specifico dell'apprendimento" (Cornoldi, 1991) per riferirsi maggiormente al problema anziché al soggetto, evitando di patologizzare il bambino.

In Italia il riconoscimento dei DSA è avvenuto con la legge 170 del 2010; ma per giungere alla promulgazione di questa legge il percorso è iniziato nel 1992 con la legge

104 a tutela del diritto allo studio delle persone con disabilità, tuttavia i provvedimenti potevano essere attuati solo in casi in cui vi era una compromissione significativa del funzionamento.

Nel gennaio 2007, nel contesto italiano, sono state pubblicate le *Raccomandazioni per la pratica clinica sui Disturbi Specifici dell'Apprendimento* elaborate tramite una *Consensus Conference*, ossia mediante l'accordo delle principali organizzazioni di professionisti che si occupano di questi disturbi (psicologi, neuropsichiatri infantili, logopedisti, pediatri...).

Prima di questa conferenza non vi era un percorso univoco per l'identificazione dei disturbi, ma venivano seguite diverse Linee Guida proposte da associazioni di professionisti (Vio et al. 2012).

Nelle raccomandazioni veniva ribadito che la principale caratteristica per la definizione di questi disturbi è quella della "specificità" ossia il fatto che il disturbo interessa le abilità di uno specifico dominio in modo significativo ma circoscritto, lasciando inalterato il funzionamento intellettivo generale. Un criterio fondamentale che deriva dalla specificità è quello della "discrepanza" tra l'abilità nel dominio specifico interessato, che è deficitaria rispetto alle attese per l'età e la classe frequentata, e l'intelligenza generale che risulta adeguata all'età cronologica.

Da questo criterio derivano due importanti implicazioni sul piano diagnostico: la prima è la necessità di utilizzare test standardizzati, mentre la seconda consiste nella necessità di utilizzare i criteri di esclusione per escludere la presenza di altre condizioni che potrebbero influenzare i risultati dei test, come ad esempio menomazioni sensoriali e neurologiche, disturbi significativi della sfera emotiva e situazioni di svantaggio socioculturale.

Sul piano pratico, per applicare il criterio della discrepanza, è stato deciso di considerare come significativa la compromissione dell'abilità specifica nei termini di -2ds (o al quinto percentile) dai valori normativi per l'età o la classe frequentata, e che il livello intellettivo deve essere nei limiti di norma, ossia non inferiore a -1ds (equivalente ad un QI di 85).

Il documento della *Consensus Conference* fa riferimento anche ad altre caratteristiche dei DSA, che per la prima volta sono state condivise dai vari professionisti: il carattere evolutivo dei disturbi, la diversità dell'espressione dei disturbi nelle varie fasi

evolutive, la comorbidità con altre condizioni quasi sempre presente, le origini neurobiologiche delle anomalie e l'impatto negativo per l'adattamento scolastico e per le attività quotidiane.

Nel 2010 si arrivò alla Legge 170 *“Nuove norme in materia di Disturbi Specifici dell'Apprendimento in ambito scolastico”* tale legge prevede il riconoscimento della dislessia, della disgrafia, della disortografia e della discalculia come disturbi specifici dell'apprendimento, e prevede il sostegno in classe anche per i bambini che per gravità non rientrano nella legge 104. La promulgazione di questa legge ha portato a diversi cambiamenti sia sul piano educativo e dei percorsi scolastici degli studenti con DSA, con l'introduzione di misure compensative e dispensative, sia sul piano dell'organizzazione sanitaria in quanto viene stabilito che il riconoscimento diagnostico di questi disturbi è garantito dal Sistema Sanitario Nazionale e che le azioni devono essere mirate all'individuazione precoce già a partire dall'ultimo anno della scuola dell'Infanzia.

Questa legge non tutelava tutti i disturbi evolutivi specifici, pertanto il 27 dicembre 2012 è stata emanata una Direttiva Ministeriale che garantisce la tutela dei soggetti con Bisogni Educativi Speciali (BES), non coperti dalla legge 104 e dalla legge 170. La categoria dei BES comprende i soggetti con prestazioni deficitarie nell'area verbale, non verbale, con deficit dell'attenzione e iperattività, con disturbo dello spettro autistico di grado lieve e con Funzionamento Intellettivo Limite (FIL).

1.2 Descrizione e caratteristiche cliniche

Nel Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali (DSM5; APA 2013) il Disturbo Specifico dell'Apprendimento rientra nella categoria dei disturbi del neurosviluppo.

I criteri diagnostici specificati sono quattro e devono essere soddisfatti tenendo in considerazione la sintesi clinica dell'individuo, le pagelle scolastiche e la valutazione psicoeducativa.

Per il criterio A i soggetti con DSA presentano difficoltà di apprendimento e nell'uso di abilità scolastiche per almeno 6 mesi nonostante gli interventi mirati a risolvere tali difficoltà; i sintomi possono essere: lettura delle parole imprecisa o lenta e

faticosa, difficoltà nella comprensione del significato di ciò che viene letto, difficoltà nello spelling, difficoltà nell'espressione scritta, difficoltà nel padroneggiare il concetto di numero, i dati numerici o il calcolo, e infine difficoltà nel ragionamento matematico.

Il criterio B prevede che le abilità scolastiche siano significativamente al di sotto della media rispetto all'età cronologica; i punteggi sono relativi a prove individuali standardizzate, linguisticamente e culturalmente appropriate.

Il criterio C riguarda il periodo di insorgenza delle difficoltà che è inquadrato nei primi anni della scuola primaria o quando le richieste dell'ambiente superano le capacità dell'individuo di affrontarle; inoltre, le difficoltà interferiscono significativamente con il rendimento scolastico, con le prestazioni occupazionali o con le attività della vita quotidiana.

Il criterio D riguarda i criteri di esclusione ossia la specificità del deficit che non deve essere conseguenza di una disabilità intellettiva, di un deficit visivo o uditivo, di altri disturbi mentali o neurologici o da una scolarizzazione non adeguata.

Successivamente è necessario specificare se il disturbo avviene con compromissione della lettura, compromissione dell'espressione scritta oppure compromissione del calcolo.

La letteratura mette in luce come sia importante la valutazione del profilo cognitivo dei soggetti con DSA per individuare un profilo tipico.

Uno studio del 2017 di Toffalini e colleghi ha analizzato le più comuni diagnosi di DSA dimostrando che le diverse categorie sono caratterizzate da differenti profili intellettivi tramite la valutazione tramite la scala WISC-IV (Wechsler, 2012). Le diverse categorie diagnostiche prese in esame sono: il disturbo della lettura (*reading disorder*), il disturbo della scrittura (*spelling disorder*), la discalculia (*disorder of arithmetical skills*) e il disturbo misto (*mixed disorder of scholastic skills*).

La ricerca ha evidenziato come nel disturbo misto e nella discalculia risulta un QI totale minore degli altri due gruppi e comunque inferiore a 100; tutti i gruppi presentano un ICC (Indice di Competenza Cognitiva) approssimativamente inferiore di 1ds rispetto allo IAG (Indice di Abilità Generale); nel disturbo della lettura l'IRP (Indice di Ragionamento Percettivo) è maggiore rispetto all'ICV (Indice di Comprensione Verbale), a differenza degli altri tre disturbi. In tutti i gruppi l'IML (Indice di Memoria di Lavoro) è l'indicatore

più basso, soprattutto nella discalculia e nel disturbo misto. Infine, i bambini sia dislessici che discalculici hanno performance peggiori rispetto ai bambini con un solo disturbo, questo indica che i deficit sottostanti ai due disturbi sono additivi.

L'età di esordio dei DSA è molto variabile: in certi casi le difficoltà si manifestano a partire dai primi anni della scuola primaria, mentre in altri casi si rendono evidenti successivamente, quando le richieste scolastiche diventano maggiori (APA, 2013). La diagnosi può essere effettuata alla fine della seconda primaria per la dislessia e la disortografia, e alla fine della terza primaria per la discalculia e la disgrafia.

1.3 Criteri diagnostici

I principali manuali diagnostici utilizzati attualmente a livello internazionale sono il DSM 5 (APA, 2013) e l'ICD-10 (WHO, 2007), nel 2019 è stata presentata l'undicesima edizione, l'ICD-11, che è entrata in vigore a gennaio 2022.

Nel DSM 5 tutti i disturbi dell'apprendimento appartengono ad un'unica categoria (*Specific Learning Disorder*) in quanto condividono gli antecedenti genetici, i fattori eziologici pre e perinatali e le storie psicopatologiche precoci. Per una diagnosi secondo il DSM 5 (APA, 2013) devono essere soddisfatti quattro criteri diagnostici per la definizione dei disturbi specifici dell'apprendimento:

A. Difficoltà di apprendimento e nell'uso di abilità scolastiche, come indicato dalla presenza di almeno uno dei seguenti sintomi che persistono per almeno 6 mesi, nonostante gli interventi mirati alle difficoltà:

- a. Lettura delle parole imprecisa o lenta e faticosa;
- b. Difficoltà nella comprensione del significato di ciò che viene letto;
- c. Difficoltà nello spelling;
- d. Difficoltà con l'espressione scritta;
- e. Difficoltà nel padroneggiare il concetto di numero, i dati numerici o il calcolo;
- f. Difficoltà nel ragionamento matematico.

B. Le abilità scolastiche colpite sono notevolmente al di sotto di quelle attese per l'età cronologica dell'individuo, causano significativa compromissione del rendimento scolastico o lavorativo, o delle attività della vita quotidiana, come confermato da misurazioni standardizzate somministrate individualmente dei risultati raggiunti e da valutazioni cliniche complete. Per gli individui di 17 anni e oltre, un'anamnesi documentata delle difficoltà di apprendimento invalidanti può sostituire l'inquadramento clinico standardizzato.

C. Le difficoltà di apprendimento iniziano durante gli anni scolastici, ma possono non manifestarsi pienamente fino a che la richiesta rispetto a queste capacità scolastiche colpite supera le limitate capacità dell'individuo.

D. Le difficoltà di apprendimento non sono meglio giustificate da disabilità intellettive, acuità visiva o uditiva alterata, altri disturbi mentali o neurologici, avversità psicosociali, mancata conoscenza della lingua dell'istruzione scolastica o istruzione scolastica inadeguata.

Per formulare la diagnosi è necessario aggiungere gli specificatori per tipologia e per gravità. Di seguito si riportano gli specificatori per tipologia con i rispettivi codici:

315.00 (F81.0) Con compromissione della lettura:

Accuratezza nella lettura delle parole

Velocità o fluency della lettura

Comprensione del testo

315.2 (F81.81) Con compromissione dell'espressione scritta:

Accuratezza nello spelling

Accuratezza nella grammatica e nella punteggiatura

Chiarezza/organizzazione dell'espressione scritta

315.1 (F81.2) Con compromissione del calcolo:

Concetto di numero

Memorizzazione di fatti aritmetici

Calcolo accurato o fluente

Ragionamento matematico corretto

Specificatori per gravità:

Lieve: alcune difficoltà in uno o due ambiti scolastici, ma di gravità lieve da rendere l'individuo in grado di compensare o di funzionare bene se fornito di facilitazioni e servizi di sostegno appropriati.

Moderata: marcate difficoltà in uno o due ambiti scolastici, tali che l'individuo difficilmente può sviluppare competenze senza momenti di insegnamento intensivo e specializzato.

Grave: gravi difficoltà in diversi ambiti scolastici, tali che l'individuo difficilmente apprende tali abilità senza un insegnamento continuativo, intensivo, personalizzato e specializzato per la maggior parte degli anni scolastici.

Nell'ICD-11 (OMS, 2018), in vigore dal gennaio 2022, i Disturbi Specifici dell'Apprendimento appartengono alla categoria *Neurodevelopment Disorders* e vengono classificati come *Developmental Learning Disorder* (disturbi evolutivi dell'apprendimento, codice 6A03). Vengono descritti come caratterizzati da difficoltà significative e persistenti nell'apprendimento delle abilità scolastiche, che possono includere la lettura, la scrittura e l'aritmetica. Il rendimento dell'individuo nelle abilità scolastiche interessate è nettamente inferiore rispetto a quanto ci si aspetterebbe per l'età e il livello generale di funzionamento intellettuale, e si traduce con una compromissione del funzionamento scolastico e lavorativo.

Le categorie presenti sono le seguenti:

- 6A03.0 *Developmental learning disorder with impairment in reading*
- 6A03.1 *Developmental learning disorder with impairment in written expression*
- 6A03.2 *Developmental learning disorder with impairment in mathematics*
- 6A03.3 *Developmental learning disorder with other specified impairment of learning*
- 6A03.Z *Developmental learning disorder, unspecified*

In Italia viene ancora utilizzata la classificazione presente nell'ICD-10 (OMS, 2007), ossia la seguente:

- F 81.0 Disturbo specifico della lettura (dislessia)
- F 81.1 Disturbo specifico della scrittura (disortografia)
- F 81.2 Disturbo specifico delle abilità aritmetiche (discalculia)
- F 81.3 Disturbi misti delle abilità scolastiche (DSA in comorbilità)
- F 81.8 Altri disturbi evolutivi delle abilità scolastiche (disgrafia)
- F 81.9 Disordine evolutivo delle abilità scolastiche non specificato

Le Linee Guida (ISS, 2021) e la Consensus Conference raccomandano un'identificazione precoce, per garantire al bambino le migliori possibilità di apprendimento. Una metanalisi (Ehri et al. 2001) condotta per identificare i fattori di rischio precoci confermarono che i problemi linguistici, e in particolare nella comprensione orale e nella consapevolezza fonologica, sono predittori dei disturbi di lettura e scrittura, che rappresentazioni inadeguate della quantità predicono il disturbo del calcolo e che problemi nel temperamento sono associati all'ADHD.

Le Linee Guida inoltre raccomandano di includere nel processo diagnostico la valutazione di diverse competenze cognitive come: le funzioni attentive, la memoria di lavoro, le funzioni esecutive, le abilità di elaborazione fonologica, le competenze linguistiche e le competenze visuo-spaziali e della motricità fine.

1.3.1 Dislessia evolutiva

Nell'ICD 11 la dislessia evolutiva viene descritta come una difficoltà significativa e persistente nell'apprendimento della abilità scolastiche legate alla lettura come l'accuratezza e la fluenza, oltre che la comprensione del testo letto.

Il rendimento nella lettura risulta nettamente inferiore rispetto alle aspettative per l'età cronologica e per il livello intellettuale generale, che si traduce in una compromissione significativa del funzionamento scolastico e lavorativo. Il disturbo non dipende da deficit sensoriali o da altre patologie sottostanti.

Nel contesto italiano la *Consensus Conference* (OMS, 2011) ha definito delle differenze rispetto all'ICD-10 e all'ICD-11, ossia specifica che per dislessia si intende il disturbo specifico della decodifica, ovvero dell'automatizzazione (velocità) e correttezza (numero di errori), escludendo quindi la comprensione del testo.

La valutazione viene effettuata sia a livello clinico che a livello psicometrico. La valutazione clinica prevede l'accertamento delle difficoltà derivanti dal disturbo nella vita quotidiana e l'accertamento che la difficoltà sia specifica e che non derivi da un problema più generale. La valutazione psicometrica invece prevede la quantificazione della difficoltà di lettura dell'individuo, tramite prove standardizzate a livello nazionale; a questo proposito Cornoldi e Tressoldi (2014) hanno delineato i seguenti *cut-off*: almeno 2ds al di sotto (o sotto al 5° percentile) per il parametro velocità e/o sotto al 5° percentile per l'accuratezza (intesa come numero di errori). È importante valutare entrambi i parametri in almeno due prove distinte tra quelle di lettura di brano, di parole e di non-parole; inoltre deve essere data maggiore importanza al punteggio della velocità in quanto, essendo l'italiano una lingua ad ortografia trasparente, è possibile imparare a leggere decifrando lentamente un grafema alla volta.

Gli strumenti diagnostici più utilizzati sono:

- DDE-2 – Batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva – (Sartori et al. 2007): prove di lettura di parole e non-parole utilizzate in ambito clinico.
- BVN 5-11 – Batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva (Bisiacchi et al. 2005): prove per i prerequisiti della lettura e le competenze fonologiche e metafonologiche.
- MT-3 Clinica (Cornoldi & Carretti, 2016) e MT Avanzate-3-Clinica (Cornoldi et al., 2017): prove per valutare le abilità di lettura, di comprensione del testo e le abilità matematiche.

Il DSM 5 (APA, 2013) ha introdotto una differenziazione tra i disturbi nella lettura, rendendo necessario specificare se riguardano la decodifica oppure la comprensione del testo. Se il disturbo riguarda la comprensione lo si descrive come una difficoltà nel comprendere il significato di ciò che si legge, in presenza di una buona capacità di decodifica, che implica una difficoltà nella comprensione della sequenza, della relazione e delle inferenze ossia del significato profondo del testo. Le Linee Guida (ISS, 2021) suggeriscono di valutare somministrando almeno due prove e di utilizzare come indicatore psicometrico un *cut-off* pari al 10° percentile. È importante segnalare che il

disturbo della comprensione del testo non è riconosciuto dalla legge 170/2010 e non è presente nell'ICD-10 e nell'ICD-11.

I principali strumenti diagnostici sono:

- MT 3 – Clinica (Cornoldi & Carretti, 2016)

- Prove ALCE – Assessment di lettura e comprensione per l'età evolutiva (Bonifacci et al. 2014): lettura ad alta voce di un brano per la valutazione di correttezza e velocità, e domande aperte a cui si deve rispondere oralmente per valutare la comprensione.

1.3.2 Disturbo della scrittura

La scrittura è un processo molto complesso che comprende tre componenti: la competenza grafomotoria, la competenza ortografica e la capacità di espressione scritta (Cornoldi, 2019). La competenza grafomotoria è l'abilità che permette di riprodurre i singoli segni grafici, dal recupero dei pattern motori all'esecuzione vera e propria. La competenza ortografica comprende i processi di conversione dei fonemi nei rispettivi grafemi, e i processi di recupero della forma ortografica delle parole. La capacità di espressione scritta consiste nello scrivere in modo autonomo dei testi che siano adeguati in base al contesto e agli scopi.

La disortografia evolutiva, o disturbo della compitazione, è un disturbo che riguarda la componente linguistica della scrittura e viene descritto come una difficoltà a consolidare e controllare l'uso corretto delle convenzioni ortografiche. La disortografia si presenta con una quantità elevata di errori ortografici e una lentezza nella scrittura.

Il principale criterio diagnostico fornito dalle *Raccomandazioni per la pratica clinica dei DSA (Consensus Conference, AID 2007; ISS 2011)* è il numero di errori commessi, che deve collocare la prestazione al di sotto del 5° percentile (o 2ds) in almeno il 50% delle prove in una batteria rappresentativa; inoltre è importante eseguire un'analisi qualitativa degli errori, che possono essere fonologici, non fonologici o fonetici, per definire il profilo di funzionamento.

I principali strumenti per la valutazione dell'abilità ortografica sono:

- BVSCO-2 - Batteria per la Valutazione della Scrittura e della Componente Ortografica (Tressoldi et al. 2013): valutazione della correttezza ortografica in un compito ad alto valore adattivo come il dettato di brano.

- DDE-2 – Batteria per la valutazione della dislessia e della disortografia evolutiva (Sartori et al. 2007): valutazione della correttezza ortografica in assenza di contesto e dell'efficienza dei processi di conversione fonema-grafema.

La disgrafia riguarda la componente motoria della scrittura e può essere definita come la difficoltà a consolidare e controllare l'uso corretto delle convenzioni grafiche. La scrittura appare faticosa sul piano motorio (deformata, irregolare per forma e grandezza, tremolante, lenta...) e poco leggibile per il lettore esterno, ma spesso anche per l'individuo stesso (Cornoldi, 2019).

In Italia ci troviamo di fronte ad un'incoerenza tra i sistemi diagnostici in quanto il DSM-5 e l'ICD-10 inquadrano la disgrafia all'interno del disturbo di sviluppo della coordinazione motoria (*Developmental Coordination Disorder*) oppure del disturbo evolutivo specifico della funzione motoria, mentre la legge 170/2010 la considera come un disturbo indipendente.

I criteri diagnostici delineati dal gruppo di lavoro AIRIPA (Associazione Italiana per la Ricerca e l'Intervento nella Psicopatologia dell'Apprendimento; Russo & Cornoldi, 2011) sono la fluenza (la velocità media di scrittura) e la qualità del tratto grafico. Il parametro della fluenza deve essere al di sotto di 2ds rispetto alla media, mentre la qualità del tratto grafico viene valutata attraverso l'analisi formale della realizzazione del grafema, della sua forma e dimensione, e dalla disposizione dello scritto nel foglio (Linee Guida DSA, ISS, 2021); le difficoltà in questi due parametri devono essere presenti in tutte le forme di scrittura, comprese quelle utilizzate più di frequente dall'individuo. Le Linee Guida dell'ISS raccomandano di attendere il termine della terza classe della scuola primaria per porre diagnosi di disgrafia in quanto la scrittura a mano può essere difficile da apprendere soprattutto nelle fasi iniziali.

Le prove standardizzate più utilizzate in Italia sono:

- BVSCO-2 – Batteria per la valutazione della competenza ortografica (Tressoldi et al. 2013): valutazione della fluenza tramite le prove in cui si richiede di riprodurre la sequenza “le”, la parola “uno” e la sequenza dei numeri in parola.

- Scala BHK (Hamstra-Bletz, 1993, con standardizzazione italiana di Di Brina & Rossini, 2011): valutazione del segno grafico.

- DGM-POST (Borean et al. 2012): valutazione di prensione e postura.

Secondo il modello di Hayes e Flower (1980) la capacità di espressione scritta è un compito di *problem solving* dove vengono tenute in considerazione molte variabili. La prima è il contesto del compito ossia l'argomento, il destinatario e le motivazioni; la seconda è la memoria a lungo termine che interviene attraverso le conoscenze sull'argomento e sui diversi piani di scrittura; infine è da considerare il processo di scrittura vero e proprio formato dalla fase pianificazione, quella di trascrizione e quella di revisione.

Il DSM 5 (APA, 2013) e la legge 170/2010 non prevedono un disturbo dell'espressione scritta e quindi viene inserito nei BES (Bisogni Educativi Speciali).

La presenza di questo disturbo viene valutata tramite i parametri quantitativi, come il numero di parole e la percentuale di errori, e quelli qualitativi, come l'uso di aggettivi qualificativi, le ripetizioni e l'uso delle subordinate.

Strumenti di valutazione dell'espressione scritta:

- BVSCO-2 (Tressoldi et al. 2013): valutazione di un testo prodotto a partire da un'immagine (narrativo e descrittivo).
- Prove MT Avanzate-3 (Cornoldi et al. 2017).

1.3.3 Discalculia evolutiva

La discalculia evolutiva, o disturbo specifico del calcolo, è un disturbo specifico dell'acquisizione e dell'apprendimento del calcolo che interessa il calcolo, la produzione e la comprensione delle quantità e il riconoscimento dei simboli numerici.

La *Consensus Conference* (AID, 2007) e il documento ISS (CC, 2011) distinguono la discalculia evolutiva in due componenti: la debolezza nella cognizione numerica (*subitizing*, calcolo a mente, comparazione, ecc.), la fragilità nelle procedure esecutive (lettura, scrittura e messa in colonna dei numeri) e il calcolo (fatti numerici e algoritmi del calcolo scritto).

L'ICD-10 definisce la discalculia come un disturbo caratterizzato da una prestazione significativamente inferiore, rispetto all'età, nelle capacità di calcolo, misurate con test standardizzati, rispetto a delle normali abilità cognitive. Nel DSM-5 viene categorizzata come "disturbo specifico dell'apprendimento con compromissione del calcolo" e prende in considerazione anche le cadute nel concetto di numero, nella

memorizzazione dei fatti aritmetici, nel calcolo accurato e nel ragionamento matematico corretto.

La diagnosi avviene dopo un'indagine sulle componenti di velocità e accuratezza, tenendo in considerazione anche un'analisi qualitativa degli errori; può essere effettuata a partire dalla classe terza della scuola primaria.

Per la valutazione vengono utilizzati i seguenti strumenti:

- AC-MT 3 - Batteria per la valutazione delle abilità di calcolo e del ragionamento matematico (Cornoldi et al. 2020).
- BDE-2 – Batteria per la valutazione della discalculia evolutiva (Biancardi et al. 2016).
- Discalculia Test (Lucangeli et al. 2009).

1.4 Diagnosi differenziale

Il DSM 5 (APA, 2013) delinea diverse condizioni da tenere in considerazione per effettuare una diagnosi differenziale con il DSA.

Innanzitutto, è importante determinare la diagnosi rispetto a normali variazioni dei risultati scolastici dovute a fattori esterni in quanto i disturbi dell'apprendimento rimangono anche in presenza di adeguate opportunità. In secondo luogo, è necessario distinguere il caso in cui vi sia una disabilità intellettiva, tenendo in considerazione solo soggetti con un QI maggiore di 70. La terza condizione su cui compiere una distinzione sono le difficoltà dovute a disturbi neurologici e sensoriali come ad esempio ictus pediatrico, danno cerebrale da trauma o compromissione uditiva e/o visiva. La diagnosi differenziale avviene anche con i disturbi neurocognitivi in quanto i disturbi dell'apprendimento si presentano durante il periodo dello sviluppo e non a causa di un declino dallo stato precedente. Altra condizione è la presenza di disturbo da deficit di attenzione e iperattività (ADHD) in quanto le difficoltà possono essere dovute al mettere in pratica le abilità scolastiche e non a deficit in tali abilità. Infine, è importante distinguere i disturbi psicotici in quanto comportano un declino sia delle abilità scolastiche che di quelle cognitive.

1.5 Comorbidità

Il disturbo specifico dell'apprendimento è spesso associato ad altri disturbi del neurosviluppo, come ad esempio ADHD, disturbi della comunicazione, disturbo dello sviluppo della coordinazione e disturbo dello spettro autistico, o ad altri disturbi mentali, come disturbi d'ansia, disturbo depressivo o bipolare (APA, 2013). Uno studio di Toffalini e collaboratori (2017) ha evidenziato come la dislessia è spesso associata ad altri DSA, infatti su un campione di oltre mille individui oltre la metà aveva un disturbo misto, per la maggior parte dislessia e discalculia; inoltre, la letteratura scientifica mostra come i bambini con DSA siano maggiormente a rischio di sviluppare disturbi psicopatologici come ansia e depressione (Hinshaw, 1992; Kavale & Forness, 1996).

La disortografia spesso è associata ad una diagnosi di dislessia, ed entrambe possono presentarsi insieme ad altri disturbi dell'apprendimento, del neurosviluppo o psicopatologici (CC, 2011). Disortografia e disgrafia sembrano avere un'incidenza della comorbidità che si assesta sul 21,7% (Stella et al. 2009). Nei ragazzi con dislessia sono maggiormente frequenti il disturbo da deficit di attenzione e iperattività e il disturbo della coordinazione motoria, con percentuali che vanno dal 10 al 20% (Gagliano et al. 2007; Stella et al. 2009). Uno studio di Re e collaboratori (2014) ha analizzato gli errori ortografici commessi da bambini con ADHD ed è emerso che commettevano più errori ortografici in generale, e in particolari quelli relativi all'uso di accenti e doppie. Le considerazioni sulla comorbidità sono importanti al fine di eseguire una diagnosi appropriata e una pianificazione degli interventi che tenga in considerazione tutti gli aspetti.

1.6 Eziologia

Il disturbo specifico dell'apprendimento viene inserito tra i disturbi del neurosviluppo (DSM 5, APA 2013) in quanto “comprende un'alterazione di fattori genetici, epigenetici e ambientali, che colpiscono le capacità cerebrali di percepire o processare informazioni verbali e non verbali in modo efficiente e preciso”; attribuire un'origine multifattoriale comporta che le manifestazioni del disturbo siano molto diverse in base alla tipologia del deficit specifico. La letteratura ha provato a spiegare il disturbo specifico della lettura e ad oggi ci sono diverse ipotesi comprovate sulla sede del deficit.

La prima ipotesi è il deficit fonologico che consiste nella difficoltà degli individui con dislessia di rappresentare, immagazzinare e recuperare i suoni, ossia i fonemi, della propria lingua (Rack 2017; Ramus, 2003). Le difficoltà emergono in compiti fonologici come, ad esempio, di memoria verbale a breve termine di pseudoparole o di “consapevolezza fonologica”, ossia l’abilità di comprendere che le parole sono formate da un insieme di suoni e di elaborare questi suoni. Questa abilità è molto importante perché sta alla base del sistema di conversione grafema-fonema, ovvero il collegare ad ogni lettera il suono corrispondente.

L’ipotesi del deficit visivo riguarda la funzione del sistema visivo magnocellulare, ossia la parte del sistema visivo deputata a rilevare movimenti e cambiamenti rapidi nella periferia del campo visivo (Stein & Walsh, 1997). Questo deficit causa l’effetto *crowding* (“affollamento”) ossia la sovrapposizione di stimoli presentati molto vicini tra loro come le lettere all’interno di una parola. Questa ipotesi sembrerebbe spiegare la difficoltà di lettura dei brani e delle sequenze di non-parole, ma non riesce a spiegare le difficoltà con la lettura di parole isolate e altamente familiari.

L’ipotesi del doppio deficit (Wolf & Bowers, 1999) propone che ci siano due deficit indipendenti: il deficit della componente fonologica e un’inefficienza nel recupero veloce di informazioni verbali.

Un’altra teoria sviluppata da Facoetti e colleghi (2006) prevede un deficit di attenzione spaziale nei bambini con dislessia, questo comporta una difficoltà sia in fase di orientamento che in fase di focalizzazione dell’attenzione visiva spaziale, portando ad una compromissione della scissione dei grafemi che compongono le parole scritte.

La teoria magnocellulare (Amitay et al. 2022) nasce dall’osservazione che molti bambini con dislessia evolutiva presentano un disturbo specifico nella via visiva M, ossia della via dorsale, specializzata nell’analisi del movimento visivo e nelle relazioni visuospatiali tra gli oggetti (Cornoldi, 2019). Gori e colleghi (2016) hanno dimostrato che il sistema M è già alterato nei bambini in età prescolare non alfabetizzati e che quest’ultimi svilupperanno successivamente difficoltà di lettura.

Quasi tutti i dislessici presentano deficit in più di una componente, caratterizzando quindi una sindrome multicomponentiale; i deficit *core* sono quelli che possono essere identificati prima dell’apprendimento della lettura e che possono essere collegati in modo

causale alla prestazione nella lettura, quest'ultimi sono il deficit fonologico e il deficit di attenzione visuo-spaziale.

La letteratura prova a spiegare anche l'origine della discalculia con ipotesi in cui il deficit comprende competenze dominio-specifiche di base. La prima ipotesi è quella del *Defective Number Module* (Landerl & Kolle, 2009) che assume che le difficoltà siano collegate ad un deficit nella rappresentazione di numerosità non simboliche, abilità che permette la comprensione immediata della grandezza numerica (Cornoldi, 2019). La seconda ipotesi, *Access Deficit Hypothesis* (De Smedt & Gilmore, 2011; Rousselle & Noel, 2007), sostiene che il problema avviene nel passaggio dalla rappresentazione di grandezza non-simbolica al sistema simbolico di numeri arabi. Tuttavia, i risultati delle successive ricerche hanno dimostrato che entrambe le teorie non sono sufficienti per spiegare la complessità del profilo funzionale della discalculia evolutiva.

1.7 Epidemiologia

Il DSM-5 (APA, 2013) riporta tassi di prevalenza di DSA che oscillano tra il 5% e il 15% tra i bambini in età scolare, la prevalenza negli adulti si assesta sul 4%. In Italia le certificazioni scolastiche nell'anno 2018/2019 hanno interessato il 4,9% della popolazione scolastica con un'ampia variabilità per ordine di scuola e per area geografica. Il disturbo sembra presentarsi più frequentemente nei maschi, Johnson (1988), nel suo studio ha evidenziato una maggiore difficoltà di lettura nei bambini di sesso maschile, un effetto che è stato associato a fattori genetici, neurologici e ambientali (Cornoldi, 2019). Nel DSM 5 (APA, 2013) viene indicato con un rapporto tra il 2:1 al 3:1 tra maschi e femmine, che non può essere attribuito a differenze di accertamento degli errori, a variazioni di definizioni o misure, alla lingua, alla razza o allo status socioeconomico (APA, 2013). Le Linee Guida hanno delineato una prevalenza della disgrafia in età scolare che varia dal 5 al 27% (Linee Guida DSA, ISS, 2021). Negli ultimi anni le diagnosi di DSA sono aumentate notevolmente passando da un 0,7% degli alunni italiani nell'anno scolastico 2010/2011 ad un 2,9% nell'anno scolastico 2016/2017; questo incremento può essere dovuto alla sempre maggiore attenzione all'individuazione dei casi da parte delle strutture scolastiche e dai professionisti sanitari (MIUR, 2018).

1.8 Modelli teorici di riferimento

Per quanto riguarda la dislessia i principali modelli teorici di riferimento sono il *Modello a stadi* di Uta Frith (1985) e il *Modello di lettura a due vie* di Coltheart (1981).

Il *Modello a stadi* prevede la presenza di quattro fasi distinte per l'acquisizione dell'abilità di lettura: la prima, lo stadio logografico, comporta il riconoscimento di intere scritte o loghi (ad esempio la scritta *Coca Cola*), senza una distinzione tra i vari grafemi; la seconda, la fase alfabetica, prevede la prima forma di lettura tramite la conversione di ogni grafema nel rispettivo fonema. La terza fase, lo stadio ortografico, comporta l'inserimento delle regole ortografiche e sintattiche; mentre la quarta ed ultima fase, lo stadio lessicale, corrisponde all'automatizzazione della lettura tramite la via semantico-lessicale.

Il *Modello di lettura a due vie* si compone di due vie deputate alla decodifica delle parole lette: la via fonologica (o sublessicale) e la via semantico-lessicale. Nella via fonologica, attraverso l'attivazione del buffer fonemico, vengono identificati i singoli suoni che compongono la parola e successivamente convertiti nei corrispondenti segni grafici e organizzati secondo un preciso ordine; questa via viene utilizzata per le parole nuove e le non-parole. Nella via semantico-lessicale, mediante il lessico grafemico, vengono recuperati la forma ortografica dell'intera parola e il suo significato in modo immediato. I soggetti dislessici presentano una difficoltà in entrambe le vie.

Entrambi i modelli possono essere utilizzati anche per interpretare l'abilità di scrittura, e quindi anche le difficoltà legate al disturbo specifico della scrittura, questo perché sono presenti importanti sinergie nei processi di apprendimento della lettura e della scrittura.

Per spiegare la comprensione del testo, e di rimando le sue difficoltà, Gough e collaboratori (1986) hanno elaborato il modello *Simple View of Reading*. Questo modello spiega come il livello di comprensione del testo può essere predetto dall'interazione tra la decodifica e la comprensione linguistica orale. Nelle prime fasi di apprendimento delle lingue opache il ruolo della decodifica, ossia l'efficienza della lettura ad alta voce, è più importante rispetto alle fasi successive dove cresce l'importanza della comprensione orale. Nelle lingue ad ortografia trasparente invece, la comprensione d'ascolto risulta

essere un migliore predittore rispetto all'abilità di decodifica in tutte le fasi dell'apprendimento.

Un altro modello interpretativo per la comprensione del testo è il *Structure Building Framework* di Gernsbacher (1991). Lo scopo della comprensione del testo è quello di creare una rappresentazione coerente del testo tramite un meccanismo di attivazione, che mantiene attive le informazioni coerenti, e un meccanismo di soppressione, che diminuisce l'attivazione delle informazioni irrilevanti. I lettori con bassa comprensione del testo non utilizzano nel modo adeguato il meccanismo di soppressione e costruiscono più sub-strutture per lo stesso testo comportando un minor ricordo delle informazioni lette.

Uno dei modelli teorici principali per comprendere la disgrafia è quello di Galen e collaboratori (1993) che identifica tre stadi indipendenti per l'esecuzione dei tratti di scrittura: il primo è la selezione dell'allografo, ossia il recupero del programma motorio dalla memoria a lungo termine; il secondo consiste nel controllo delle dimensioni della singola lettera, dell'inclinazione della scrittura, del livello di forza e la velocità; il terzo e ultimo stadio è quello dell'aggiustamento muscolare dove vengono reclutate le unità motorie per lo svolgimento del compito motorio (Linee Guida DSA, ISS, 2021).

Per quanto riguarda la discalculia e in particolare la cognizione numerica Dehane (1995) ha elaborato il *Modello del triplo codice* con l'intento di individuare una relazione più ampia tra i numeri e gli altri domini cognitivi (Cornoldi, 2019). I tre codici descritti da Dehane sono il codice visivo-arabico, il codice verbale e il codice analogico di quantità. Il primo, il sistema visivo-arabico, è deputato all'elaborazione della forma visiva dei numeri (le cifre arabe con una loro forma grafica, con una loro sintassi e con la possibilità di fare dei calcoli), le basi neurali associate sono le aree occipito-temporali inferiori ventrali. Il codice verbale è deputato alla rappresentazione linguistica dei numeri, coinvolgendo l'aspetto lessicale, quello sintattico e quello fonologico (parole-numero, lessico numerico e sintassi), l'area coinvolta è il giro angolare sinistro. Il codice analogico di quantità si occupa di rappresentare la numerosità in modo analogico e non-verbale, risulta coinvolto nei confronti di grandezza e nei giudizi sull'ordine (sia nella dimensione cardinale che in quella ordinale). Questo sistema di rappresentazione emerge durante i

compiti di stima, i calcoli approssimativi e il *subitizing*; l'area coinvolta è il solco intraparietale.

CAPITOLO 2

L'ansia per la matematica nei DSA

In questo capitolo verrà analizzato il costrutto dell'ansia per la matematica (*mathematics anxiety*; MA) secondo la letteratura presente, considerando la sua relazione con l'apprendimento della matematica, e infine la sua presenza all'interno dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento.

La matematica viene considerata da molti studenti, insegnanti e genitori, come una materia difficile; le difficoltà di solito vengono attribuite a fattori cognitivi, come la mancanza di abilità o la poca pratica, mentre vengono trascurati i fattori emotivi, come l'ansia e la motivazione. Tuttavia, è stato dimostrato come proprio questi problemi emotivi possono portare a difficoltà nella prestazione e possono diventare degli ostacoli che sconcertano l'apprendimento della materia. *Ma perché la matematica crea questi stati d'ansia?* Perché è una materia che utilizza un linguaggio astratto, dove non vi è possibilità di interpretazione da parte del soggetto (Sbaragli, 2011); inoltre, l'errore in matematica è ben visibile e viene generalmente riconosciuto, portando gli studenti ad aver paura di sbagliare.

2.1 Definizione di Ansia per la matematica

L'ansia generale (in inglese *general anxiety*, GA) è definita come “una risposta disposizionale e disfunzionale ad una situazione percepita come minacciosa” (Lewis, 1970); più semplicemente è la tendenza di un individuo a sentirsi ansioso nelle situazioni di tutti i giorni. Se l'ansia viene provata in specifiche situazioni è descritta come ansia specifica, un esempio può essere l'ansia da valutazione che caratterizza ogni tipo di situazione che prevede di essere valutati. I bambini con elevati livelli di ansia generale e di ansia da valutazione, tendono ad avere punteggi più alti di ansia per la matematica (MA), infatti l'ansia generale sembra essere moderatamente correlata con quest'ultimo costrutto (Hembree, 1990). Lo studio di Hill e colleghi (2016) ha riproposto la correlazione moderata tra GA e MA, ma ha anche suggerito la distinzione in due costrutti

separati. Inoltre, esiste anche una correlazione positiva moderata tra l'ansia da valutazione e l'ansia per la matematica (Hembree, 1990).

Richardson e Suinn (1972) definiscono l'ansia per la matematica come “un sentimento di tensione, apprensione, paura che interferisce con la manipolazione dei numeri e la soluzione dei problemi matematici in una vasta varietà di situazioni quotidiane e accademiche” (p. 551); mentre Fennema e Sherman (1976) la denotano come un insieme di sensazioni e di sintomi corporei collegati al fare matematica. È un costrutto multidimensionale caratterizzato da diversi aspetti: emotivi, come sentimenti ed emozioni negative, cognitivi, che coinvolgono preoccupazioni e pensieri intrusivi, fisiologici, come l'aumento dell'*arousal*, dello stress e dell'agitazione di fronte a stimoli di tipo numerico, e comportamentali, ad esempio l'evitamento di contesti o carriere che richiedono l'uso di abilità matematiche. Il modo di manifestarsi può essere molto diverso per ogni individuo, partendo da sintomi fisiologici, come la sudorazione e il tremore delle mani, palpitazioni, nausea (Sheffield et al. 2006), arrivando a esperienze di blocco del pensiero e reazioni emotive difensive. Spesso non si limita al solo contesto scolastico ma può manifestarsi nelle situazioni di tutti i giorni, come ad esempio pagare nei negozi o fare delle semplici operazioni aritmetiche. Gli individui che soffrono di ansia per la matematica sperimentano un circolo vizioso: ottenendo scarsi risultati nelle prove di matematica, evitano poi le prove che prevedono delle conoscenze aritmetiche e sviluppano convinzioni negative rispetto alle proprie capacità, questo comporta l'aumento dell'ansia e dell'evitamento (Hembree, 1990; Ashcraft & Moore, 2009). Uno studio di Punaro e Reeve (2012) ha indagato la differenza tra il livello di ansia per la matematica e quello per le altre materie, in particolare per la letteratura. La ricerca, che ha coinvolto bambini australiani di 9 anni, ha dimostrato che gli alunni hanno manifestato ansia per compiti difficili sia in matematica che in letteratura, ma nel primo caso è risultata maggiore; inoltre, è stato evidenziato che l'MA è correlata con la prestazione mentre con la letteratura non sembra esserci una relazione.

L'MA è correlata positivamente con l'ansia causata da situazioni in cui si viene valutati (Test Anxiety) (Hembree, 1990) ma è comunque considerata un costrutto diverso (Ashcraft & Ridley, 2005). L'ansia per la matematica è considerata un costrutto multidimensionale, per esempio Wigfield e Meece (1988) hanno identificato due

dimensioni che corrispondono alle due trovate per la *Test Anxiety* (Liebert & Morris, 1967): una componente cognitiva, che comprende la preoccupazione per la performance e il fallimento, e una componente affettiva che descrive la tensione associata alle reazioni fisiologiche provate mentre si viene valutati (Dowker et al. 2016).

Un livello elevato di ansia per la matematica sembra avere un impatto negativo a breve, medio e lungo termine. A breve termine l'ansia compromette la prestazione del compito che si sta svolgendo in quanto riduce la concentrazione e la capacità della memoria di lavoro (Ashcraft & Krause, 2007). La prestazione peggiora maggiormente in compiti a difficoltà più alta perché sono necessarie più risorse cognitive. Per quanto riguarda l'impatto a medio termine gli studenti con un elevato livello di MA evitano corsi scolastici che prevedono la matematica, diminuendo le possibilità di raggiungere una buona competenza nella materia; questo comporta, a lungo termine, all'evitamento di carriere collegate alle abilità matematiche, le cosiddette STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Ashcraft, 2003).

2.1.1 Prevalenza

La prevalenza dell'ansia per la matematica nella popolazione è stimata intorno al 17% (Ashcraft & Moore, 2009), in particolare l'11% nell'età scolare, il 33% nell'adolescenza e il 25% durante l'università (Devine et al. 2018; *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), [2013]). Le studentesse presentano livelli più elevati di MA rispetto a studenti maschi, seppur ottenendo la stessa prestazione in prove di matematica (Hill et al. 2015). Questo sembra essere dovuto agli stereotipi di genere relativi alle competenze matematiche che possono influenzare l'apprendimento e la performance delle bambine, a una predisposizione maggiore a sentimenti di tipo ansioso e ad una maggiore accuratezza nel riportare la loro ansia per la matematica (Zirk et al. 2013).

L'ansia per la matematica è stata studiata principalmente a partire dagli alunni della scuola secondaria ma sono stati identificati segnali di ansia per la matematica già prima dei 6 anni. Uno studio di Aarnos & Perkkila (2012) ha utilizzato un test pittorico per identificare segnali precoci di MA nei bambini dai 6 agli 8 anni; ai partecipanti veniva chiesto di concentrarsi su un'immagine e di scrivere le loro emozioni e le loro "idee

matematiche” in relazione all’immagine. I risultati hanno mostrato una correlazione tra la produzione matematica e la sensazione di tristezza.

Un’ulteriore ricerca ha indagato come si sentivano più di 150 bambini di prima e seconda elementare rispetto a delle situazioni in cui erano coinvolte le abilità matematiche; gli alunni dovevano indicare quanto si sentivano nervosi in diverse situazioni in cui erano coinvolte le abilità matematiche, attraverso una scala pittorica. Dopo il questionario i bambini hanno sostenuto un test di matematica che ha misurato le loro capacità. I risultati hanno indicato che quasi la metà dei bambini che ha partecipato allo studio ha affermato di essere almeno un po’ nervosa all’idea di fare matematica; inoltre, i bambini con maggiore ansia per la matematica hanno ottenuto punteggi inferiori nella prova (Ramirez et al. 2013). Questo studio dimostra che l’ansia per la matematica, e la sua relazione con le abilità in materia si sviluppa già dai primi anni di scolarizzazione.

2.1.2 Fattori di rischio ed eziologia

I principali fattori di rischio per lo sviluppo dell’ansia per la matematica che sono stati evidenziati in letteratura sono la presenza di ansia generale che può portare allo sviluppo dell’ansia per la materia, e le continue esperienze negative in ambito scolastico in prove di matematica (Carey et al. 2017; Mammarella et al. 2018).

Un altro fattore di rischio sembra essere il genere femminile in quanto le ragazze riportano livelli più alti di MA rispetto ai ragazzi (Devine et al. 2012; Hill et al. 2016).

I ricercatori, negli ultimi anni, hanno cercato di comprendere quali siano le cause dell’insorgenza di questo tipo di ansia: Rubinsten e colleghi, nel 2018, hanno sviluppato un modello sistemico in cui sono stati inseriti i fattori che aumentano il rischio di manifestare MA. Si tratta di un modello bio-psico-sociale perché tiene in considerazione le predisposizioni biologiche, le variazioni individuali e i fattori ambientali; questo tipo di modello potrebbe spiegare anche l’eterogeneità dei sintomi e delle manifestazioni dell’ansia per la matematica. La teoria si basa sul presupposto che i meccanismi dell’MA dipendono dall’interazione tra i fattori di rischio e dal loro cambiamento durante lo sviluppo: i fattori ambientali possono agire da moderatori, diminuendo l’effetto delle predisposizioni naturali, oppure possono aumentarne l’effetto. I fattori di rischio individuati da Rubinsten e colleghi (2018) sono: le predisposizioni individuali, gli stili genitoriali e di insegnamento, le norme culturali e le politiche nazionali (vedi Figura 2.1).

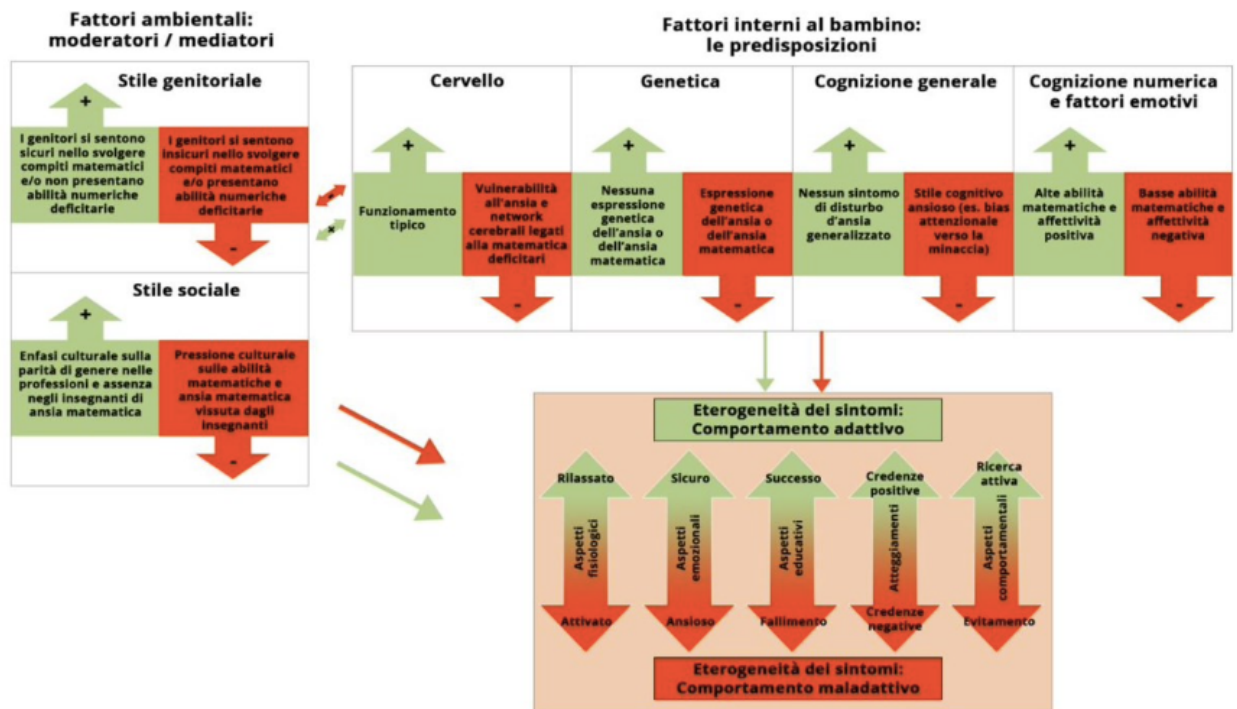


Figura 2.1 Schema del modello bio-psico-sociale di Rubinsten e colleghi del 2018

Per predisposizioni individuali si intendono i fattori legati ai correlati neurali, alla genetica, alla predisposizione all'ansia generale, ai fattori affettivi e alle abilità matematiche di base. Uno studio su gemelli adolescenti monozigoti e dizigoti ha evidenziato che il 40% della varianza dell'MA è rappresentata da fattori genetici (Wang et al. 2014). L'ansia per la matematica è inoltre associata a difficoltà nelle abilità numeriche di base, come ad esempio il conteggio semplice (Maloney et al. 2010). Chang e Beilock (2016) hanno studiato come i fattori affettivi, quali motivazione e autostima, possono svolgere un ruolo protettivo, ad esempio la motivazione può aiutare a superare i sintomi legati all'ansia.

I fattori ambientali coinvolti nel modello sono le interazioni familiari, lo stile di insegnamento e il rapporto con i pari. È stato dimostrato che i genitori che mostrano ansia per la matematica tendono a intensificarla anche nei figli, soprattutto quando vengono coinvolti nello svolgimento dei compiti (Maloney et al. 2015). Anche l'ambiente scolastico può influenzare l'MA, in particolare insegnanti ansiose possono generare ansia negli studenti, questo meccanismo avviene soprattutto nelle alunne femmine (Beilock et al. 2010). In particolare, nel determinare l'ansia per la matematica, uno studio considera

uno stile di insegnamento da parte dell'insegnante di matematica poco supportivo e distante (Turner et al., 2002).

Infine, sono state analizzate anche le norme culturali e le politiche nazionali. L'OECD (2013) ha mostrato come i Paesi che hanno le migliori prestazioni in matematica siano quelli con i livelli più bassi di MA e viceversa; inoltre, i Paesi asiatici evidenziano punteggi più alti di ansia per la matematica rispetto alle nazioni europee (Lee, 2009). Questo ha portato Rubinsten (2018) a ipotizzare che i livelli di MA possono essere attribuiti anche alle norme culturali che variano da paese a paese.

2.1.3 Correlati neurobiologici

L'ansia per la matematica è caratterizzata da un modello distinto di attività neurale in regioni cerebrali associate a emozioni negative e ai calcoli numerici (Young et al. 2012). I bambini che soffrono di ansia per la matematica (high mathematical anxiety; HMA), a differenza dei bambini che non ne soffrono (low mathematical anxiety; LMA), mentre stanno svolgendo dei calcoli matematici, mostrano un'iperattività della regione destra dell'amigdala, importante per il processamento delle emozioni negative. L'incremento dell'attività dell'amigdala è accompagnato da una diminuzione dell'attività nelle regioni che supportano la memoria di lavoro e il processamento numerico, come la corteccia prefrontale dorsolaterale e il lobo parietale posteriore. Questo studio ha dimostrato come l'ansia specifica per la matematica interferisce con i processi cognitivi di elaborazione delle informazioni e di risoluzione di problemi aritmetici, sia a livello neurale che comportamentale. Le Figure 2.2. e 2.3 riportano visivamente i risultati appena descritti.

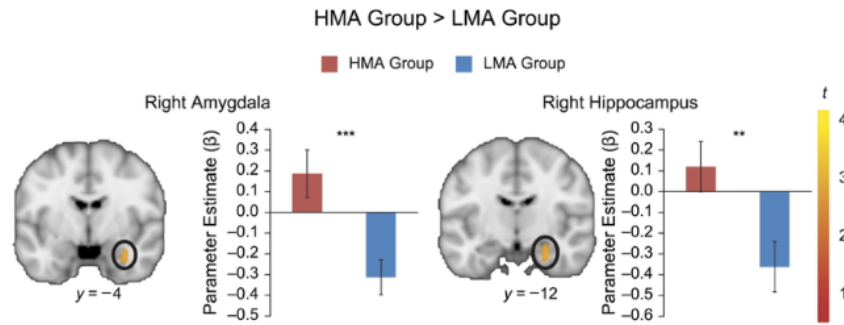


Figura 2.2. La figura mostra le differenze di attivazione cerebrale tra il gruppo con livelli alti di ansia per la matematica (HMA) e il gruppo con livelli bassi (LMA). Nell'amigdala e nell'ippocampo di destra l'attivazione è maggiore nel gruppo HMA.

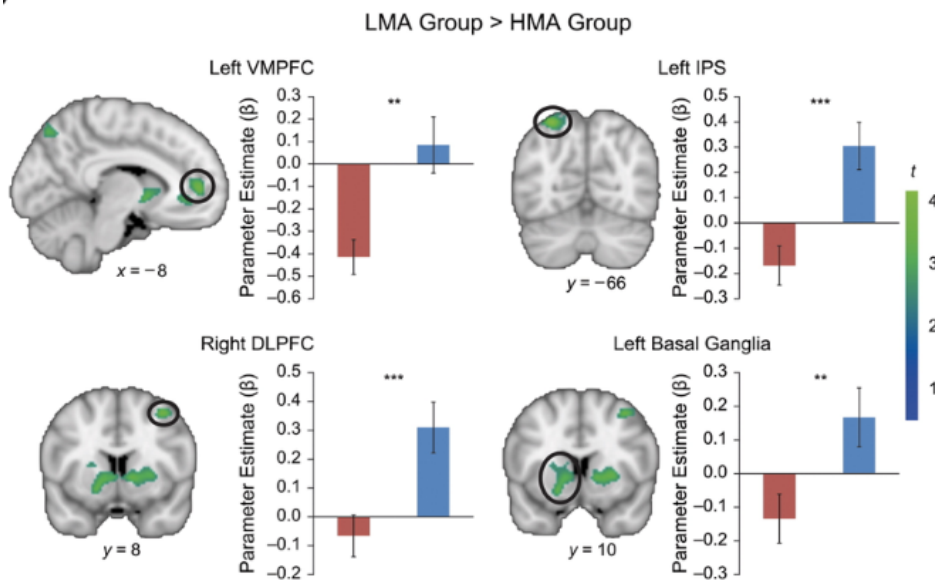


Figura 2.3 Nella corteccia prefrontale dorsolaterale e nel lobo parietale posteriore l'attivazione è maggiore nel gruppo LMA.

Inoltre, alcune ricerche evidenziano che pensieri negativi anticipatori relativi alla matematica sono in grado di attivare la *rete neurale del dolore* (insula dorso-posteriore, vedi Figura 2.4) in persone altamente soggette ad elevati livelli di ansia per la matematica (Lyons & Beilock, 2012); questi studi propongono un potenziale meccanismo neurale per spiegare il comportamento di evitamento delle persone che soffrono di MA nei confronti di situazioni in cui sono necessarie le abilità matematiche.

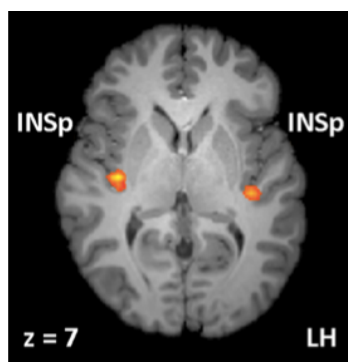


Figura 2.4 Attivazione dell'INSp durante i compiti matematici in persone con alti livelli di ansia per la matematica. INSp = insula dorso-posteriore.

2.1.4 Strumenti di valutazione

I metodi che vengono utilizzati per lo studio dell'ansia per la matematica sono principalmente questionari e scale di valutazione; lo strumento più utilizzato è la *Mathematic Anxiety Rating Scale* (MARS), elaborato da Richardson e Suinn nel 1972, la scala originale è formata da 98 item ma sono state costruite anche delle versioni abbreviate, come ad esempio la versione italiana (Caponi et al. 2012). Sia la versione originale che gli adattamenti sono risultati altamente affidabili (Dowker et al. 2016).

Negli ultimi anni sono stati sviluppati dei questionari adatti anche agli alunni della scuola primaria con l'utilizzo di scale di valutazione pittoriche, come il *Mathematics Attitude and Anxiety Questionnaire* (Thomas e Dowker, 2000).

Un altro strumento molto utilizzato è la *Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS, Hopko et al. 2003), formato da una scala breve self report, semplice da somministrare e adatta anche ai bambini, e tradotto in Italiano da Caviola, et al. (2017).

Per valutare il peso dei fattori emotivi, motivazionali e metacognitivi nell'insuccesso in matematica viene usato il *Test MeMa - Valutare la metacognizione, gli atteggiamenti cognitivi e l'ansia in matematica* (Falco et al. 2012). Si tratta di un test di primo livello che ha l'obiettivo di far emergere, rielaborare e modificare l'insieme di credenze e i processi metacognitivi che stanno alla base dell'apprendimento della matematica nei ragazzi che presentano difficoltà.

2.2 Ansia per la matematica e aspetti emotivi legati all'apprendimento

Le abilità matematiche sono fondamentali per la vita di tutti i giorni, e la ricerca scientifica ha dimostrato che la *performance* in ambito matematico predice le abilità in ambito scolastico, lo status socio-economico (Gerardi et al. 2013), il benessere sociale e la salute (Gross et al. 2009). Recentemente sono stati presi in considerazione, oltre ai fattori cognitivi, anche i fattori emotivi in relazione all'apprendimento della matematica. Per fattori emotivi si intendono tutte le emozioni che emergono durante una particolare situazione, in questo caso nelle situazioni di apprendimento e di valutazione delle acquisizioni matematiche. La letteratura conferma l'impatto dell'ansia per la matematica sull'apprendimento della matematica: un filone di ricerche ha riconosciuto che lo stato d'ansia e le sensazioni di preoccupazione che vengono sperimentate durante le lezioni di matematica, o altre attività relate, sono dei fattori significativi con un'influenza negativa sull'apprendimento e sulle abilità numeriche di base sia negli adulti (Bursal & Paznokas, 2006; Jameson & Fusco, 2014; Maloney & Beilock, 2012) che nei bambini (Hill et al. 2016; Wu et al. 2012).

Rispetto ai bambini l'ansia per la matematica è stata identificata come una delle maggiori cause per le difficoltà in matematica (Ashcraft & Krause, 2007). Gli studenti che sperimentano l'MA durante i primi anni di istruzione tendono a evitare corsi di matematica all'università o carriere lavorative dove sono necessarie competenze matematiche; l'MA sembra avere, oltre a delle conseguenze a breve termine sulle performance scolastiche, anche delle conseguenze a lungo termine sulla scelta della carriera lavorativa (Ashcraft & Ridley, 2005). Il fenomeno dell'ansia per la matematica è stato studiato anche dalla ricerca internazionale PISA (*Programme for International Student Assessment*, OECD, 2013) che ha comparato le competenze dei ragazzi di 15 anni di 65 paesi diversi. Da questo studio è emerso che il 30% dei ragazzi si sente nervoso e impotente di fronte ai problemi di matematica, il 43% in Italia.

2.3 Ansia per la matematica e prestazioni in prove di calcolo

La relazione tra l'MA e la performance in matematica sembra essere simile alle relazioni che sono state trovate rispetto ad altre forme d'ansia e le relative performance e consiste in una piccola correlazione negativa (Mandler & Sarason, 1952). Una possibile causa di questa relazione potrebbe essere il fatto che le persone con alti livelli di MA

tendono ad evitare attività che coinvolgono le abilità matematiche (Dowker et al. 2016). Inoltre, la sensazione d'ansia può peggiorare la performance in quanto sovraccarica la memoria di lavoro, distogliendo l'attenzione dal compito (Ashcraft et al. 1998). Un'ulteriore ipotesi è quella per cui le persone altamente ansiose tendono a non dare peso alla precisione per completare il compito il più velocemente possibile e sottrarsi dalla situazione che crea disagio (Ashcraft & Faust, 1994). La correlazione negativa tra MA e prestazione in matematica è stata osservata da diversi studi, ma non è ancora chiara la direzione precisa: è l'ansia per la matematica a diminuire la performance nella materia, oppure sono le prestazioni basse ad aumentare l'MA? Le possibili direzioni della relazione possono essere riassunte da tre teorie: la *Deficit Theory* (Tobias, 1986), la *Deleterious Anxiety Model* (Carey et al. 2015) e la *Reciprocal Theory* (Carey et al., 2015).

Secondo la *Deficit Theory* (Tobias, 1986; Figura 2.5) le persone che presentano delle prestazioni più basse in matematica hanno una probabilità maggiore di sviluppare ansia rispetto alla matematica. Questo è stato dimostrato da studi che hanno osservato livelli maggiori di MA in bambini con discalculia evolutiva rispetto a bambini a sviluppo tipico (Passolunghi, 2011). Inoltre, studi longitudinali hanno analizzato come un decremento della performance in matematica portava a livelli più alti di ansia negli anni successivi (Ma & Xu, 2004). Maloney e colleghi in una ricerca del 2011 hanno evidenziato che adulti con ansia per la matematica hanno difficoltà con i processi numerici di base, indicando quindi che la prestazione in matematica è stata alterata in un momento iniziale dell'apprendimento della materia. Tuttavia, questa ipotesi non è definitiva perché non tutti gli individui che sviluppano l'MA hanno una storia di prestazioni scadenti in matematica.



Figura 2.5 Schema della *Deficit Theory* (Tobias, 1986)

La *Deleterious Anxiety Model* (Carey et al., 2015) suggerisce che il legame tra l'ansia per la matematica e la prestazione nella materia è guidato dalle conseguenze dell'ansia sull'apprendimento e sull'utilizzo delle abilità numeriche. L'ansia per la matematica ha effetti sulla performance a diversi livelli. In primo luogo, le persone che soffrono di MA sono meno propense ad impegnarsi in compiti che prevedono l'utilizzo di abilità numeriche, come ad esempio frequentare corsi di matematica (Hembree, 1990). Secondariamente, gli individui con MA sperimentano un'interferenza cognitiva mentre svolgono compiti di matematica, l'ansia infatti li distrae diminuendo le capacità della memoria di lavoro, le conseguenze si possono notare soprattutto in compiti più complessi o che richiedono un elevato impiego della ML (Ashcraft & Krause, 2007). In letteratura sono presenti delle evidenze che individuano che la relazione tra l'ansia e la performance sia in questa direzione: studi che hanno indagato l'ansia per la matematica in ragazze, che venivano sottoposte allo stereotipo per cui le donne sono peggiori degli uomini in matematica, hanno osservato come la performance in questo caso diminuisce significativamente (Galdi et al. 2013).



Figura 2.6 Schema della *Deleterious Anxiety Model* (Carey et al. 2015)

Le evidenze hanno quindi portato all'ideazione di una terza teoria (Figura 2.7) che include le due precedenti: *The Reciprocal Theory* (Carey et al. 2015). Questo modello ipotizza un circolo con una reciproca relazione tra l'ansia e la performance: l'MA causa un decremento nella performance, e una prestazione più bassa incrementa a sua volta l'ansia per la materia. In letteratura non sono ancora presenti degli studi che utilizzano questo paradigma, ma nel futuro potrebbe essere interessante considerare la relazione in entrambe le direzioni.

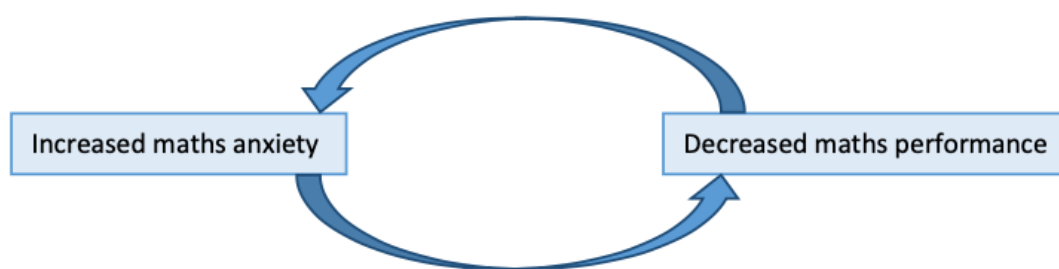


Figura 2.7 Schema della *Reciprocal Theory* (Carey et al. 2015)

2.4 Ansia per la matematica e Disturbi Specifici dell'Apprendimento

La letteratura ha dimostrato come il 70% degli studenti con DSA presenta sintomi d'ansia (Nelson & Harwood, 2013), soprattutto come preoccupazione e agitazione anticipatoria, e con pensieri legati alla paura dell'insuccesso. L'ansia è uno dei costrutti più importanti in relazione all'apprendimento in quanto è fortemente connessa alla performance e alla motivazione degli studenti (Lazarus, 1991). Vari studi dimostrano che gli studenti con DSA presentano livelli di autostima e di ansia generalizzata e sociale più alti rispetto agli alunni senza diagnosi (Faramarzi et al. 2018). In relazione alla matematica gli studi confermano la presenza di vissuti emotivi negativi che aumentano la percezione d'ansia in relazione a questa materia (Lucangeli et al. 2003).

È stato dimostrato come i bambini con discalculia presentino comorbidità con altri disturbi, come depressione e ansia: quest'ultima è presente soprattutto nel contesto matematico ed è legata ad alti livelli di stress (Dowker et al. 2016). Mutlu, nel 2019, ha condotto uno studio per indagare la relazione tra l'ansia per la matematica e i risultati ottenuti nella materia da bambini di terza primaria, sia con difficoltà matematiche sia a sviluppo tipico. Gli alunni sono stati divisi in quattro gruppi in base al livello di *performance* in matematica: difficoltà di apprendimento in matematica, scarso successo, successo normale e performance di alto livello. Confrontando i livelli di ansia per la matematica sono emerse delle differenze significative tra il gruppo a basso successo e quello a successo normale; mentre non sono state evidenziate delle differenze significative tra i due gruppi superiori (successo medio e alto) e tra i due gruppi inferiori (difficoltà di apprendimento e scarso successo). Nel caso degli studenti con discalculia

alti livelli di ansia per la matematica possono portare delle difficoltà in varie dimensioni, e soprattutto ad un sovraccarico della memoria di lavoro.

Uno studio di Devine e colleghi (2018), attraverso la somministrazione di questionari a bambini della scuola primaria e secondaria, ha indagato la prevalenza di alunni con discalculia e con ansia per la matematica, e poi la comorbidità tra le due. È emerso che la prevalenza di MA nell'intero campione è stata dell'11%, mentre nei soggetti con discalculia è stata del 22%.

Jordan e colleghi, in una ricerca del 2014, hanno indagato i livelli di ansia per la matematica, di ansia per la statistica e lo stato di salute mentale generale, in un gruppo di studenti universitari dislessici a confronto con un gruppo a sviluppo tipico. I risultati hanno dimostrato un livello più alto di MA negli studenti dislessici, mentre i punteggi dell'ansia per la statistica e la salute mentale erano comparabili in entrambi i gruppi. Una maggiore ansia per la matematica risulta associata alla diagnosi di dislessia, a livelli più alti di preoccupazione, alla ricerca di supporto strumentale nello svolgimento delle prove numeriche e al minore utilizzo di strategie di *coping* di tipo reinterpretativo.

2.5 Interventi per ridurre l'ansia per la matematica

L'ansia per la matematica influenza in modo negativo l'apprendimento e la vita quotidiana degli individui che ne soffrono, per questo motivo è importante trovare delle soluzioni per diminuirne gli effetti. In ambito scolastico è importante creare un ambiente di apprendimento che sia stimolante e che faciliti la partecipazione di tutti gli alunni; gli studenti devono essere incoraggiati a provare e a sperimentare, sottolineando che anche gli errori fanno parte del processo di apprendimento. È stato dimostrato che lo svolgimento di attività relative alla matematica in ambito familiare porta ad un miglioramento della performance tra gli studenti con un livello elevato di ansia (Berkowitz et al. 2015). Anche il contesto culturale è importante, in particolare è necessario contrastare lo stereotipo che vede la matematica come una materia per maschi e che contribuisce a rendere le ragazze più insicure della loro performance.

Uno studio di Passolunghi e colleghi (2020) ha confrontato tre diversi tipi di intervento per contrastare l'ansia per la matematica: il primo consisteva in strategie per ridurre l'MA attraverso il riconoscimento e la gestione dei sentimenti d'ansia, il secondo era basato sul miglioramento delle abilità e delle strategie matematiche, e il terzo

prevedeva il gruppo di controllo che svolgeva attività non inerenti alla matematica. I risultati hanno mostrato come l'intervento sulle abilità matematiche ha migliorato sia le prestazioni che i livelli di ansia per la matematica, mentre la formazione sull'MA ha portato ad una riduzione dei livelli di ansia ma non c'è stato nessun miglioramento rispetto alle abilità numeriche.

CAPITOLO 3

La ricerca

Nei precedenti capitoli è stata affrontata un'analisi della letteratura riguardante le principali caratteristiche dei Disturbi dell'Apprendimento (DSA) e del costrutto dell'Ansia per la Matematica (MA). In questo terzo capitolo verranno esposti gli obiettivi e le ipotesi della ricerca, il metodo e gli strumenti e le modalità di raccolta dei dati.

3.1 Obiettivi

Il principale obiettivo di questa ricerca è di indagare l'ansia per la matematica in bambini e ragazzi con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) a confronto con un gruppo di controllo a sviluppo tipico (TD). A tale scopo, è stata valutata la capacità dei soggetti di far fronte ad un compito stressante prestazionale, nel quale viene richiesto di eseguire alcuni calcoli a mente nel minor tempo possibile. Oltre all'accuratezza, sono stati analizzati gli aspetti cognitivi, come i pensieri e le preoccupazioni (giudizio di competenza, confronto con gli altri, preoccupazioni rispetto al compito e al giudizio sociale), e gli aspetti emotivi (*arousal*, piacevolezza e dominanza) che emergono in anticipazione alla prestazione e durante lo svolgimento del compito. Inoltre, è stata valutata l'ansia per la matematica, sia relativa all'ansia da apprendimento della materia sia all'ansia da valutazione, tramite un questionario standardizzato.

3.2 Ipotesi di ricerca

I dati presenti in letteratura consentono di ipotizzare una prestazione maggiormente compromessa nella prova di matematica nei soggetti con DSA rispetto ai soggetti con sviluppo tipico; per esempio Badian (1983) ha dimostrato che il 56% degli studenti con difficoltà nella lettura presentano anche un quadro compromesso degli apprendimenti in matematica; un altro studio ha evidenziato come i bambini con difficoltà nella lettura raggiungono un livello più basso di abilità matematiche rispetto ai bambini a sviluppo tipico (Miles et al. 2001). Questo sembra essere dovuto al deficit della memoria

di lavoro (ML) presente negli individui con DSA, è stato infatti dimostrato che la ML è fortemente implicata nella cognizione matematica (Le Fevre et al. 2005) e in particolare nei calcoli a mente in cui è necessario tenere informazioni in memoria e al contempo elaborare nuove informazioni (Adams & Hitch, 1998). Inoltre, i soggetti con dislessia sembrano avere un profilo irregolare di abilità con una debolezza della componente fonologica, che comporta delle difficoltà in matematica, soprattutto nel recupero di fatti aritmetici (Simmons & Singleton, 2009). Infine, i bambini con discalculia presentano difficoltà nella concezione di numero, nel contare e nelle abilità aritmetiche (Geary, 2004).

Inoltre, è stato ipotizzato un livello di ansia per la matematica maggiore nei DSA rispetto ai TD, lo studio di Devine e colleghi del 2018 ha dimostrato che i bambini con discalculia evolutiva hanno il doppio della probabilità di avere un elevato livello di ansia per la matematica rispetto ai bambini a sviluppo tipico (10% contro il 22%), dati già raccolti dallo studio di Passolunghi e colleghi del 2011. Come conseguenza di un alto livello di ansia per la matematica, ipotizziamo un'alterazione degli aspetti emotivi come un maggiore *arousal* e una diminuita percezione di controllo emotivo nel gruppo con DSA rispetto a quello con TD; infatti, gli studenti con DSA tendono a adottare modalità meno efficienti di regolazione delle emozioni, preferendo risposte più superficiali e meno efficaci, di tipo aggressivo o passivo (Bauminger & Kimhi-Kind, 2008). Infine, risulta ragionevole ipotizzare pensieri di entità differente tra il gruppo con DSA e quello a sviluppo tipico, come, ad esempio, una minore percezione di competenza e maggiori preoccupazioni, sia nei confronti della prestazione sia per quanto riguarda il giudizio sociale; infatti, i ragazzi con DSA solitamente presentano una bassa autostima e un'immagine di sé negativa (Re et al. 2014), che porta molto spesso a sperimentare l'impotenza appresa (Seligman, 1975), un sentimento di frustrazione e di passività che si sviluppa in seguito a numerosi fallimenti.

3.3 Partecipanti

I criteri di inclusione alla ricerca sono: l'età compresa tra gli 8 e i 16 anni e 11 mesi, un quoziente intellettivo (QI) nella norma (maggiore di 80), e che la diagnosi primaria fosse di Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) oppure nessuna diagnosi per il gruppo a sviluppo tipico (TD). Sono stati esclusi i soggetti con patologie

mediche, condizioni neurologiche, difetti visivi gravi, e comorbidità che avrebbero potuto inficiare le prestazioni ai compiti proposti (es: ADHD). La tabella 3.1 include le caratteristiche dei partecipanti (età, genere, QI) divise per gruppo (DSA, TD).

Tabella 3.1 Caratteristiche socio-demografiche dei partecipanti.

	MASCHI	FEMMINE	TOTALE	ETA' IN MESI	QI
DSA	5	5	10	149.30 (23.91)	104.50 (6.96)
TD	4	6	10	142.50 (21.19)	109.90 (7.62)

3.4 Metodo

La ricerca si struttura in due fasi: una prima fase di *screening*, e una seconda riguardante le prove sperimentali. I test di screening sono necessari per valutare le capacità cognitive generali e confermare (oppure escludere nel caso dei TD) le difficoltà presenti in base alla diagnosi.

Le prove di screening svolte sono state:

- Le prove di “Vocabolario” e “Disegno con cubi” appartenenti alla WISC IV (Wechsler, 2012);
- La prova di calcolo a mente appartenente alla AC-MT-3 (Cornoldi, 2020) oppure alla MT Avanzate-3 (Cornoldi et al. 2017);
- Le prove di lettura di parole e di non parole della batteria DDE-2 (Sartori et al. 2007) oppure della MT Avanzate-3 (Cornoldi et al. 2017).

3.4.1 Fase di screening

Quoziente intellettivo breve

La *Wechsler Intelligent Scale for Children Forth Edition* (Wechsler, 2012) è uno dei principali strumenti utilizzati per valutare l'intelligenza nei bambini di età compresa tra i 6 e i 16 anni. La WISC-IV comprende quattro indici che vanno ad indagare i diversi aspetti dell'intelligenza: l'Indice di Comprensione Verbale (ICV), l'Indice di

Ragionamento Percettivo (IRP), l'Indice di Memoria di Lavoro (IML) e l'Indice di Velocità di Elaborazione (IVE). Per il calcolo del QI breve vengono sommati i punteggi ponderati della prova del "Vocabolario" (VC) e di quella del "Disegno con cubi" (DC), e successivamente trovando il punteggio del QI corrispondente nella tabella di conversione. Il calcolo del QI breve può sostituire la scala completa in quanto è stato dimostrato che la correlazione tra i punteggi dei subtest del "Vocabolario" e del "Disegno con cubi" e la scala completa è di $r=.88$ (Mercer & Joyce, 1972).

La prova del **disegno con cubi** (DC) consiste nel riprodurre una serie di modelli geometrici bidimensionali di difficoltà crescente, presentati tramite un libro stimoli, usando nove cubetti colorati caratterizzati da due facce rosse, due bianche e due mezze bianche e mezze rosse. Le figure da rappresentare sono 14 e vengono presentate una in seguito all'altra, fino a quando il bambino non commette 3 errori consecutivi (criterio di interruzione). Se il soggetto commette un errore o ottiene un punteggio di un punto su almeno uno dei primi due item, è necessario somministrare gli item precedenti in ordine inverso fino a quando il bambino non ottiene due punteggi pieni consecutivi (criterio di inversione). Per ogni item c'è un limite di tempo che aumenta in base alla difficoltà del modello da riprodurre. Una volta terminata la prova viene eseguita la somma del punteggio di ogni item in un punteggio grezzo totale che viene poi convertito tramite le tabelle di conversione per ottenere il punteggio ponderato. Questa prova valuta le abilità di ragionamento visuo-percettivo, l'organizzazione spaziale, la capacità di pianificazione mentale e la coordinazione visuo-motoria.



Figura 3.1 Cubi utilizzati per la prova "Disegno con cubi" della scala WISC-IV

Il compito della prova di **vocabolario** (VC) è quello di spiegare il significato di una serie di parole presentate oralmente (ad esempio “Che cos’è una bicicletta?”); gli item sono 36 di difficoltà crescente e la prova viene interrotta dopo 5 punteggi nulli consecutivi. Anche in questo caso viene applicata la regola di inversione spiegata precedentemente. I punteggi attribuibili vanno da 0 a 2 in base alla completezza e alla correttezza della risposta, l’esaminatore si può basare su una lista di esempi di risposte per la valutazione. Alla fine della prova vengono sommati i punteggi dei singoli item, e convertiti nel punteggio ponderato corrispondente. Questa prova, tramite la conoscenza delle parole, valuta la capacità di spiegazione e la padronanza e l’accuratezza nelle funzioni dell’espressione del linguaggio. I primi 4 item sono composti da figure e vengono somministrati indicando l’immagine presente nel libro stimoli e chiedendo “cos’è questo?”. Per gli item successivi, item verbali, viene utilizzato il libro stimoli solo per i bambini di età compresa tra i 9 e i 16 anni: l’esaminatore indicando la parola scritta nel libro stimoli dice “che cos’è...? / che cosa significa...?” ciascuna parola. Se le risposte fornite dal bambino sono vaghe o presenti tra gli esempi di risposta con una (I) accanto, l’esaminatore è autorizzato a chiedere chiarimenti: “spiegami meglio”, “dimmi qualcosa in più”.

Prova di calcolo a mente

Per i bambini e ragazzi frequentanti la scuola primaria e secondaria di I grado, è stata somministrata la prova di calcolo a mente appartenente alla batteria AC-MT-3 (*Test di valutazione della abilità di calcolo e del ragionamento matematico*, Cornoldi et al. 2020) specifica per la classe frequentata, mentre per la scuola secondaria di II grado sono state utilizzate le prove MT Avanzate-3 (*Valutazione delle abilità di lettura, comprensione, scrittura e matematica per il biennio della scuola secondaria di II grado*, Cornoldi et al. 2017). Il partecipante svolge mentalmente otto operazioni lette una alla volta dallo sperimentatore; il tempo viene misurato dal momento in cui viene pronunciato l’item e viene bloccato quando il bambino dice il risultato, se vengono superati i 30 secondi per l’esecuzione del calcolo viene segnato errore. L’operazione può essere riletta solamente una volta su richiesta del bambino. Questa prova ci permette di confermare l’eventuale diagnosi di discalculia.

Prova di lettura

Per valutare le competenze di lettura, sono state proposte la Prova 2 – *Lettura di parole* e la Prova 3 – *Lettura di non parole* appartenenti alla batteria DDE-2 (*Batteria per la valutazione della Dislessia e della Disortografia Evolutiva* – 2, Sartori et al. 2007) somministrata dalla terza primaria alla terza secondaria di I grado, mentre per i ragazzi dalla classe prima della scuola secondaria di II grado vengono utilizzate le prove MT Avanzate-3 (*Valutazione delle abilità di lettura, comprensione, scrittura e matematica per il biennio della scuola secondaria di II grado*, Cornoldi et al. 2017).

La prova 2 prevede la lettura di una lista di parole di diversa frequenza d'uso, mentre la prova 3 prevede una lista di non parole, stringhe di lettere pronunciabili ma senza significato, utilizzate per valutare l'efficienza del modo indiretto di lettura.

Viene chiesto al ragazzo di leggere ciascuna lista di parole a voce alta e il più velocemente possibile senza fare errori, lo sperimentatore nel mentre annota gli errori di lettura e il tempo impiegato per l'esecuzione. In questa prova vengono considerati i parametri di rapidità, sommando i tempi parziali di ogni lista, e correttezza, assegnando un punto per ogni parola omessa o letta in modo scorretto. Questo test ci permette di confermare l'eventuale diagnosi di dislessia.

3.4.2 Fase sperimentale

Le prove della fase sperimentale sono state:

- Questionario AMAS (*Abbreviated Math Anxiety Scale*, Caviola, et al. 2017);
- *Math Task*: compito stressante prestazionale costruito ad hoc;
- Questionario SAM (*Self-Assessment Manikin scale*, Bradley & Lang, 1994);
- Questionario pensieri e preoccupazioni, costruito ad hoc.

Ansia per la matematica

L'AMAS (*Abbreviated Math Anxiety Scale*, Caviola, et al. 2017) è un questionario composto da una scala breve self report con 9 item a cui vengono assegnati punteggi da 0 a 5 dove 0 significa “poca paura” e 5 “molta paura”. Il questionario è formato da due sotto-scale: una focalizzata sull'ansia collegata a situazioni di valutazione in matematica (esempio: “Fare il compito in classe di matematica”) e l'altra collegata all'apprendimento

della matematica (“Dover consultare le tavole in un manuale di matematica”). Le due scale sono fortemente correlate tra loro (Caviola et al. 2017). I punteggi sopra al 10% vengono considerati come punteggi elevati di ansia per la matematica.

Gli item del questionario sono i seguenti:

1. Usare gli schemi e le tabelline riportate in fondo al libro di matematica
2. Pensare alla verifica scritta di matematica che dovrai fare domani
3. Seguire con attenzione l’insegnante che risolve alla lavagna un’operazione di matematica difficile
4. Fare una verifica scritta di matematica
5. Svolgere per casa molti esercizi difficili di matematica per la prossima lezione
6. Seguire con attenzione la lezione di matematica
7. Seguire un altro studente che risolve un esercizio di matematica
8. Essere interrogato “a sorpresa” in matematica
9. Affrontare un nuovo argomento di matematica

Math Task

La prova ha inizio con una schermata di introduzione al compito, in cui viene comunicato al bambino che dovrà eseguire alcuni calcoli a mente nel minor tempo possibile e che un orologio posizionato in basso a sinistra sullo schermo indicherà loro il tempo che scorre. A seguire un video di tre minuti, dove vengono spiegate delle strategie di calcolo a mente, e cinque minuti (massimo) di compito aritmetico mentale dove il partecipante deve risolvere alcune operazioni a mente il più velocemente possibile. Sono presenti tre alternative di risposta, selezionabili tramite la tastiera (tasti “z”, “v”, “m”), e per ogni operazione sono disponibili 10 secondi di tempo. In totale sono presenti 60 operazioni, 30 addizioni e 30 sottrazioni semplici senza riporto (vedi Figura 3.2 per un esempio), con una pausa tra i due blocchi; il test è bilanciato per ordine delle opzioni di risposta e per frequenza dei numeri in decine e unità.

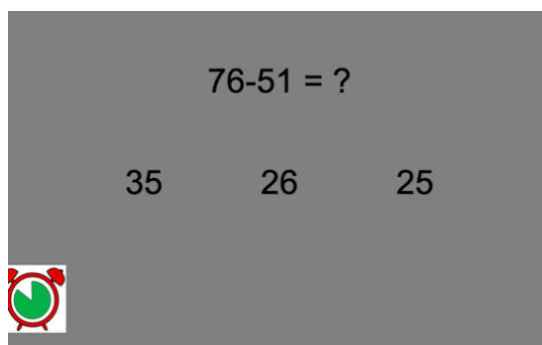


Figura 3.2 Esempio di item del “Math Task”

Aspetti emotivi

Per valutare gli aspetti emotivi relativi alla prova di matematica, è stato somministrato lo strumento SAM (*Self-Assessment Manikin scale*, Bradley & Lang, 1994) prima e dopo il compito (*pre-post task*), in cui il partecipante deve segnare il punto nella retta posta sotto le cinque immagini che più si adatta al suo stato emotivo in quel momento. Essa è una tecnica di valutazione pittorica non verbale che utilizza le illustrazioni al posto delle parole (vedi Figura 3.3), rendendolo più semplice e immediato. Il questionario presenta tre scale: la *valenza* che valuta la positività o la negatività dell'umore del partecipante in quel momento, da “di cattivo umore” a “di buon umore”, l'*arousal* che indica il grado di attivazione del soggetto, da “calmo” ad “agitato”, e la *dominanza* che indica il grado di controllo esercitato dalla persona in una determinata situazione, da “senza controllo” a “sotto controllo”. Per l'assegnazione del punteggio viene utilizzata una scala Likert da 1 a 9. Il questionario viene somministrato due volte: prima e dopo il compito stressante non sociale (*Math task*).

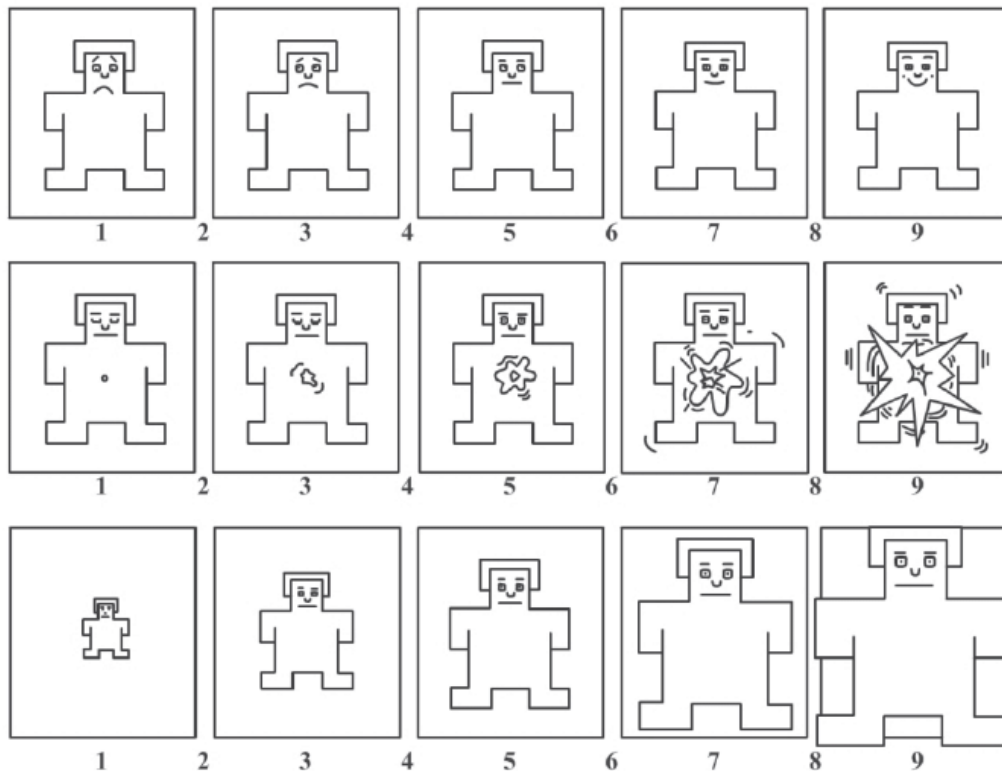


Figura 3.3 Questionario SAM con le tre scale: valenza, arousal e dominanza

Aspetti cognitivi

Gli aspetti cognitivi legati al compito di matematica sono stati valutati mediante l'uso di un questionario pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc. Il partecipante ha il compito di segnare la risposta, su una scala Likert da 1 a 4, dove 1 corrisponde a “per niente” e 4 a “molto”, che più si adatta al suo vissuto in quel momento. Il questionario prevede 18 domande che valutano 6 scale: i pensieri sullo svolgimento della prova (percezione di competenza), i pensieri rispetto al confronto sociale (percezione di competenza a confronto con gli altri), le preoccupazioni per lo svolgimento della prova, le preoccupazioni del giudizio sociale, la vergogna e i tratti di perfezionismo. Anche questo questionario viene somministrato due volte, prima e dopo il compito stressante non sociale.

3.5 Procedura

La presente ricerca è stata condotta durante l'A.A. 2021/2022.

La raccolta dati è stata effettuata nel periodo tra novembre 2021 e maggio 2022. Il progetto si è svolto presso la Cooperativa Sociale “Mano Amica” di Schio, per quanto riguarda i partecipanti del gruppo clinico (DSA). I partecipanti del gruppo di controllo (TD), invece, sono stati reclutati attraverso contatti personali nel territorio.

Per la fase di reclutamento, sono state contattate telefonicamente le famiglie afferenti al Servizio, alle quali è stato proposto il progetto di ricerca e richiesta la disponibilità alla partecipazione. Ai genitori che hanno acconsentito alla partecipazione, è stato consegnato il modulo di consenso informato. Tale documento doveva essere riconsegnato compilato e firmato da entrambi i genitori e dal ragazzo (se di età superiore ai 12 anni) via mail, oppure di persona al primo appuntamento. Firmando si acconsente all'utilizzo dei dati per scopi di ricerca, ricevendo la garanzia del rispetto della privacy e trattamento dei dati in forma confidenziale.

I bambini e ragazzi hanno svolto le prove in due sessioni di tempo della durata di circa un'ora. Le prove sperimentali sono state create utilizzando il software di programmazione *Psychopy3* (Peirce et al., 2019) per la realizzazione di esperimenti di psicologia e neuroscienze.

CAPITOLO 4

I risultati

In questo capitolo sono presentati i risultati delle analisi effettuate tramite il programma statistico JASP (The JASP Team, 2018). Il corretto appaiamento del gruppo clinico con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) con il gruppo di controllo (TD) è stato verificato attraverso il T-Test per campioni indipendenti per l'età e il QI breve, mentre per il genere è stato effettuato il Test chi quadro (χ^2). Per quanto concerne la prova sperimentale, per l'*Abbreviated Math Anxiety Scale* (AMAS; Hopko et al. 2003) e per il compito stressante prestazionale, costruito ad hoc, è stato utilizzato il T-Test per campioni indipendenti, mentre per il *Self Assessment Manikin Scale* (SAM; Bradley & Lang, 1994) e il questionario "Pensieri e preoccupazioni", costruito ad hoc, è stata utilizzata un'ANOVA a misure ripetute per valutare i valori riferiti prima e durante l'esecuzione del compito.

Il campione preso in esame è composto da 20 soggetti, equamente distribuiti in base al genere di appartenenza ($\chi^2 = .653, p = .65$):

- Gruppo con DSA: 10 soggetti (5 maschi e 5 femmine)
- Gruppo a sviluppo tipico (TD): 10 soggetti (4 maschi e 6 femmine)

4.1 Prove di screening

Per calcolare il QI breve dei partecipanti sono state somministrate le prove Disegno con i cubi (DC) e Vocabolario (VC) tratte dalla WISC-IV (Wechsler, 2012). Per quanto riguarda gli apprendimenti sono state somministrate le prove di lettura di parole e non parole appartenenti alla batteria DDE-2 (Sartori et al. 2007) oppure alla MT Avanzate-3 (Cornoldi et al. 2017) in base all'età del partecipante, mentre per le prove di calcolo a mente è stata utilizzata la batteria AC-MT-3 (Cornoldi, 2020) oppure la MT Avanzate-3 (Cornoldi et al. 2017) in base alla classe frequentata.

4.1.1 Età in mesi

Tramite il T-Test per campioni indipendenti non sono state evidenziate differenze statisticamente significative tra i due gruppi sperimentali ($t=.67$, $p=.50$, $d=.30$), confermando in questo modo il corretto appaiamento tra il gruppo con DSA e quello a sviluppo tipico. Le statistiche descrittive mostrano che la media del gruppo con DSA è leggermente superiore ($M=149.30$, $ds=23.91$) rispetto al gruppo con sviluppo tipico ($M=142.50$, $ds=21.19$), tale differenza tuttavia non è significativa.

4.1.2 Quoziente intellettivo in forma breve

Per questa ricerca sono stati selezionati partecipanti con un QI breve maggiore o uguale ad 85. Il T-Test per campioni indipendenti non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi ($t=-1.65$, $p=.12$, $d=-.74$) confermando il corretto appaiamento. Le statistiche descrittive indicano un QI breve maggiore nel gruppo a sviluppo tipico ($M=109.90$, $ds=7.62$) rispetto al gruppo con DSA ($M=104.50$, $ds=6.96$) ma la differenza è minima e non significativa.

4.1.3 Prove degli apprendimenti

Relativamente alle prove riguardanti gli apprendimenti, nelle prove di lettura di parole e non parole sono state riscontrate differenze significative tra il gruppo a sviluppo tipico e quello con DSA, confermando la diagnosi del gruppo clinico.

Nello specifico, attraverso il T-Test per campioni indipendenti si è osservata una differenza significativa nei parametri:

- Prova di lettura di parole – parametro rapidità ($t=-6.4$, $p<.001$, $d=-2.92$)
- Prova di lettura di parole – parametro errori ($t=3.04$, $p=.007$, $d=1.36$)
- Prova di lettura di non parole – parametro rapidità ($t=-4.44$, $p<.001$, $d=-1.99$)

Mentre la prova di lettura di non parole – parametro errori non risulta avere una differenza significativa tra i due gruppi ($t=1.92$, $p=.07$, $d=.86$).

Anche nelle prove di calcolo a mente sono state riscontrate differenze significative tra il gruppo con DSA e il gruppo a sviluppo tipico. Attraverso il T-Test per campioni indipendenti è stata osservata una differenza significativi in entrambi i parametri di accuratezza e rapidità.

In particolare:

- Accuratezza ($t=-4.88$, $p<.001$, $d=-1.09$)
- Rapidità ($t=3.90$, $p<.001$, $d=.87$)

In tabella 4.1 sono presentate le statistiche descrittive per la fase di screening e i risultati ottenuti mediante T-Test per campioni indipendenti.

Tabella 4.1 Caratteristiche socio-demografiche e differenze tra gruppi nelle variabili di *screening*.

Variabili		DSA (n=10)		TD (n=10)		<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d di Cohen</i>
Genere (M:F)		5:5		4:6				
		M	DS	M	DS			
Età in mesi		149.30	23.91	142.50	21.19	.67	.51	.30
QI breve		104.50	6.96	109.90	7.62	-1.65	.12	-.74
Lettura	Parole z (errori)	4.03	3.95	0.17	0.73	3.04	.007*	1.36
	Parole z (rapidità)	-2.56	1.12	0.64	1.06	-6.54	<.001**	-2.92
	Non parole z (errori)	1.33	1.83	0.10	0.89	1.92	.07	.86
	Non parole z (rapidità)	-1.63	1.08	0.51	1.07	-4.45	<.001**	-1.99
Calcolo a mente	Accuratezza z	-0.75	1.09	0.44	1.10	-4.88	<.001**	-1.09
	Rapidità z	1.54	1.25	0.40	1.36	3.90	<.001**	.87

Note: M=Media, DS=Deviazione Standard; z=punteggio zeta standardizzato [(pt-M)/DS]; $p<.01^*$, $p<.001^{**}$

4.2 Prove sperimentali

In seguito alla descrizione delle analisi dei dati ottenuti tramite le prove di *screening*, aver confermato che i gruppi sono stati appaiati nel modo corretto e che ogni

gruppo avesse le caratteristiche prefissate, si passa ad analizzare i dati derivanti dalla fase sperimentale.

4.2.1 Questionario AMAS: statistiche descrittive e T-Test per campioni indipendenti

Vengono riportate medie e deviazioni standard del questionario AMAS. Il questionario è diviso in due sottoscale: l'ansia collegata all'apprendimento della matematica, e l'ansia riferita a situazioni in cui avviene una valutazione nella materia.

I punteggi riferiti al gruppo con DSA sono maggiori rispetto a quelli del gruppo a sviluppo tipico in entrambe le sottoscale; in particolare il gruppo con DSA risulta avere un punteggio molto più alto nella *learn*-AMAS ($M=16.10$, $ds=3.76$) in confronto al gruppo a sviluppo tipico ($M=10.80$, $ds=1.87$). La differenza tra i due gruppi risulta essere molto significativa ($t=3.99$, $p<.001$, $d=1.78$).

Anche nella sottoscala test-AMAS il gruppo con DSA ottiene punteggi medi più alti ($M=16.90$, $ds=2.60$) rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=14.20$, $ds=2.74$), e anche in questo caso la differenza riscontrata nelle due condizioni è significativa ($t=2.26$, $p=.04$, $d=1.01$).

I risultati sopra descritti vengono riportati nelle Tabelle 4.2 e 4.3 e raffigurati nella Figura 4.1.

Tabella 4.2 Statistiche descrittive riferite al questionario AMAS

AMAS	DSA	TD
Ansia per l'apprendimento	16.10 (3.76)	10.80 (1.87)
Ansia da test	16.90 (2.60)	14.20 (2.74)

Tabella 4.3 T-Test a campioni indipendenti riferito al questionario AMAS

AMAS	t	p	d
Ansia per l'apprendimento	3.99	<.001**	1.78
Ansia da test	2.26	.04	1.01

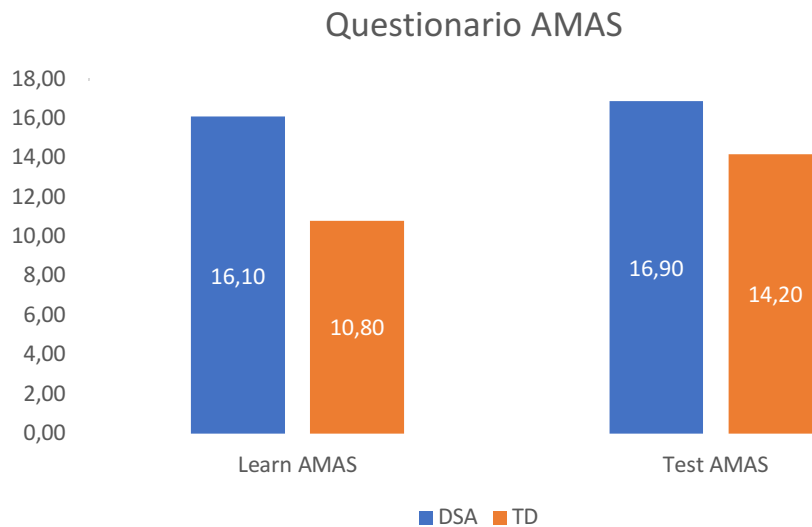


Figura 4.1 Grafico raffigurante le medie ottenute dai due gruppi nel questionario AMAS.

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

Vengono riportate le statistiche descrittive del compito stressante prestazionale (*Math Task*). La prova prevede due parti una costituita da addizioni e l'altra costituita da sottrazioni; per entrambe le sezioni vengono tenute in considerazione la correttezza e i tempi di reazione. I risultati vengono riportati nelle Tabelle 4.4 e 4.5.

Addizioni

Correttezza: per la correttezza nella prova di addizioni il gruppo con DSA ottiene mediamente un punteggio inferiore ($M=0.43$, $ds=0.11$) rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=0.69$, $ds=0.09$), riportando pertanto una differenza molto significativa ($t=-5.67$, $p<.001$, $d=-2.54$).

Tempi di reazione: i tempi di reazione nelle addizioni del gruppo clinico sono leggermente inferiori ($M=5.87$, $ds=2.36$) rispetto al gruppo di controllo ($M=6.20$, $ds=1.05$). La differenza non risulta essere statisticamente significativa ($t=-.41$, $p=.69$, $d=-.18$).

Sottrazioni

Correttezza: nella correttezza della prova di sottrazioni il gruppo con DSA risulta avere un punteggio medio decisamente inferiore rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M_{DSA}=0.36$, $ds=0.13$; $M_{TD}=0.64$, $ds=0.13$); la differenza risulta quindi molto significativa ($t=-4.67$, $p<.001$, $d=-2.09$).

Tempi di reazione: i tempi di reazione nella prova di sottrazioni risultano inferiori nel gruppo sperimentale ($M=4.94$, $ds=3.10$) in confronto al gruppo di controllo ($M=6.48$, $ds=1.27$). Tuttavia, in questa condizione la differenza non risulta essere significativa ($t=-1.45$, $p=.16$, $d=-.65$).

Totali

Correttezza: unendo i punteggi delle prove di addizioni e di sottrazioni il gruppo con DSA ottiene un punteggio molto inferiore ($M=0.40$, $ds=0.11$) rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=0.67$, $ds=0.09$), riportando una differenza molto significativa ($t=-5.94$, $p<.001$, $d=-2.66$).

Tempi di reazione: anche i tempi di reazione totali sono inferiori nel gruppo con DSA ($M=5.40$, $ds=2.08$) in confronto al gruppo a sviluppo tipico ($M=6.34$, $ds=1.11$). La differenza non risulta essere statisticamente significativa ($t=-1.26$, $p=.23$, $d=-.56$).

Tabella 4.4 Statistiche descrittive riferite al *Math Task*

	DSA	TD
Addizioni correttezza	0.43 (0.11)	0.69 (0.09)
Addizioni tempi di reazione	5.87 (2.36)	6.20 (1.05)
Sottrazioni correttezza	0.36 (0.13)	0.64 (0.13)
Sottrazioni tempi di reazione	4.94 (3.10)	6.48 (1.27)
Totale correttezza	0.40 (0.11)	0.67 (0.09)
Totale tempi di reazione	5.40 (2.08)	6.34 (1.11)

Tabella 4.5 T-Test a campioni indipendenti riferito al *Math Task*

	t	p	d
Addizioni correttezza	-5.67	<.001**	-2.54
Addizioni tempi di reazione	-.41	.69	-.18
Sottrazioni correttezza	-4.67	<.001**	-2.09
Sottrazioni tempi di reazione	-1.45	.16	-.65
Totale correttezza	-5.94	<.001**	-2.66
Totale tempi di reazione	-1.26	.23	-.56

4.2.3 Questionario SAM: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute

In Tabella 4.6 sono riportate le statistiche descrittive riferite al questionario SAM (*Self Assessment Manikin Scale*) dei due gruppi, somministrato prima del compito stressante prestazionale e dopo il compito. Nella situazione post-compito i punteggi si riferiscono a come i partecipanti si sono sentiti durante lo svolgimento della prova. Il questionario ci permette di confrontare la valenza emotiva, l'arousal e la dominanza, tuttavia, per questa ricerca, non è stato considerato l'aspetto della valenza emotiva.

Arousal: per l'aspetto dell'arousal, nella condizione pre-compito, si può osservare un punteggio medio lievemente inferiore nel gruppo con DSA ($M=4.40$, $ds=2.55$) rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=5.00$, $ds=2.58$). Nella condizione post-compito abbiamo un aumento dell'attivazione in entrambi i gruppi: un aumento meno significativo nel gruppo di controllo ($M=6.90$, $ds=1.66$), mentre nel gruppo sperimentale possiamo osservare un aumento decisamente importante ($M=9.10$, $ds=1.79$).

Dominanza: per quanto riguarda la dominanza entrambi i gruppi presentano un punteggio pre-compito medio-alto, leggermente superiore nel gruppo con DSA ($M=7.70$,

$ds=1.76$), rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=6.50$, $ds=2.95$). Nella condizione post-compito, in entrambi i gruppi, la percezione di controllo diminuisce arrivando a punteggi medi molto bassi nel gruppo con DSA ($M=3.80$, $ds=2.62$), e a punteggi bassi nel gruppo a sviluppo tipico ($M=5.30$, $ds=2.36$).

Tabella 4.6 Statistiche descrittive riferite al questionario SAM

	DSA		TD	
	PRE <i>M(DS)</i>	POST <i>M(DS)</i>	PRE <i>M(DS)</i>	POST <i>M(DS)</i>
Arousal	4.40 (2.55)	9.10 (1.79)	5.00 (2.58)	6.90 (1.66)
Dominanza	7.70 (1.76)	3.80 (2.62)	6.50 (2.95)	5.30 (2.36)

In Tabella 4.7 sono riportati i risultati dell'ANOVA a misure ripetute sull'effetto principale del tempo, ossia se lo svolgere il questionario prima o dopo il compito influenzi o meno il punteggio, e del gruppo, ovvero se l'appartenenza a uno o l'altro gruppo determini le risposte; inoltre, viene analizzata l'interazione di queste due variabili per le due dimensioni, arousal e dominanza, del questionario SAM.

Arousal: per quanto riguarda l'aspetto dell'arousal è stato riscontrato un effetto molto significativo del tempo ($F=27.42$, $p<.001$), mentre non si osserva significatività rispetto al gruppo ($F=1.14$, $p=.30$). L'effetto di interazione tra le variabili tempo e gruppo risulta essere significativo ($F=4.93$, $p=.039$), indicando un effetto combinato delle variabili.

Dominanza: per l'aspetto della dominanza emerge un effetto principale del tempo ($F=13.11$, $p=.002$), non emerge invece significatività per quanto riguarda il gruppo di appartenenza ($F=0.03$, $p=.86$). L'interazione tra le due variabili presenta, anche in questo caso, un effetto significativo ($F=3.68$, $p=.041$).

Tabella 4.7 ANOVA a misure ripetute riferita al questionario SAM

Self-Assessment Manikin Scale (SAM)		<i>F</i>	<i>p</i>
Arousal	Effetto principale del tempo	27.42	<.001
	Effetto principale del gruppo	1.14	.30
	Effetto interazione tempo x gruppo	4.93	.039
Dominanza	Effetto principale del tempo	13.11	.002*
	Effetto principale del gruppo	0.03	.86
	Effetto interazione tempo x gruppo	3.68	.041

In sintesi, osservando i grafici (Figura 4.2) possiamo ribadire l'aumento dell'attivazione provata da entrambi i gruppi nella condizione post-compito, e, allo stesso tempo, la diminuzione della percezione di controllo. Inoltre, è possibile osservare l'interazione tra le variabili tempo e gruppo in entrambi gli aspetti considerati, che indica l'effetto significativo dell'appartenenza a uno specifico gruppo (DSA-TD) in combinazione con il momento in cui il soggetto compila il questionario (pre-post).

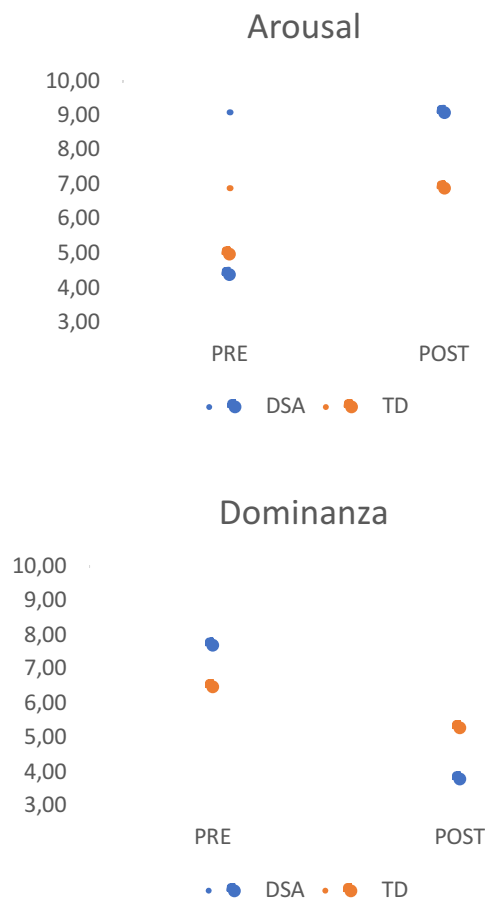


Figura 4.2 Grafici relativi al questionario SAM per le due dimensioni osservate (arousal e dominanza)

4.2.4 Questionario “Pensieri e preoccupazioni”: statistiche descrittive e ANOVA a misure ripetute

Sono riportate le statistiche descrittive, medie e deviazioni standard, ottenute dalla somministrazione del questionario “Pensieri e preoccupazioni”, costruito ad hoc, prima e dopo il *Math Task*, il compito stressante prestazionale, da entrambi i gruppi sperimentali. Le medie ottenute prima della prova fanno riferimento ai pensieri e alle preoccupazioni dei soggetti prima della prova, ossia di anticipazione; mentre il questionario sottoposto dopo il compito si riferisce a come i partecipanti si sono sentiti durante lo svolgimento della prova.

Pensieri

Percezione di competenza: entrambi i gruppi hanno assegnato, in media, all'aspetto della percezione di competenza, un punteggio medio-alto prima del compito stressante ($DSA=8.80$, $TD=8.30$) per poi ridurre la valutazione dopo aver eseguito la prova. Il gruppo con DSA riduce la propria percezione di competenza in modo molto significativo ($M=5.40$) mentre nel gruppo a sviluppo tipico diminuisce leggermente ($M=7.40$).

Confronto sociale: per quanto riguarda l'aspetto del confronto sociale il gruppo con DSA si definisce leggermente più competente rispetto al gruppo a sviluppo tipico, sia prima della prova stressante ($DSA=5.20$, $TD=4.90$), sia dopo ($DSA=4.80$, $TD=4.50$).

Preoccupazioni

Preoccupazione per la prova: entrambi i gruppi risultano mediamente preoccupati prima della prova, con un punteggio leggermente maggiore nel gruppo a sviluppo tipico ($M=7.00$) rispetto al gruppo con DSA ($M=6.60$). I punteggi dopo la prova aumentano in ambedue i gruppi, riportando un aumento simile ($DSA=7.90$, $TD=8.40$).

Giudizio sociale: per quanto concerne il giudizio sociale possiamo osservare come il punteggio medio del gruppo con DSA prima della prova sia decisamente basso ($M=4.00$) rispetto al gruppo a sviluppo tipico ($M=6.20$), e come aumenti significativamente dopo lo svolgimento della prova ($MDSA=6.90$); aumento che non avviene nel gruppo a sviluppo tipico ($M=6.70$).

Tabella 4.8 Statistiche descrittive riferite al questionario “Pensieri e preoccupazioni” costruito ad hoc

	DSA		TD	
	PRE <i>M (DS)</i>	POST <i>M (DS)</i>	PRE <i>M (DS)</i>	POST <i>M (DS)</i>
Percezione di competenza	8.80 (2.74)	5.40 (1.65)	8.30 (1.42)	7.40 (2.41)
Confronto sociale	5.20 (2.82)	4.80 (2.44)	4.90 (1.97)	4.50 (1.72)

Preoccupazione per la prova	6.60 (2.32)	7.90 (2.85)	7.00 (2.31)	8.40 (2.32)
Giudizio sociale	4.00 (2.00)	6.90 (2.96)	6.20 (1.87)	6.70 (2.50)

La Tabella 4.9 riporta i risultati ottenuti dall'ANoVA a misure ripetute rispetto agli effetti principali di Tempo (fattore *within subjects*) e Gruppo (fattore *between subjects*) e agli effetti della loro interazione (tempo x gruppo) sui pensieri e le preoccupazioni dei partecipanti.

L'effetto principale Tempo si riferisce alla possibile influenza sui pensieri e le preoccupazioni dei partecipanti rispetto allo svolgimento del questionario prima e dopo il compito.

L'effetto principale Gruppo fa riferimento a come l'appartenenza ad un gruppo rispetto ad un altro (DSA e TD) possa influenzare pensieri e preoccupazioni relativi al compito.

L'effetto di interazione Tempo x Gruppo fa riferimento a 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.

Pensieri

Percezione di competenza: per la dimensione della percezione di competenza, emerge un effetto significativo del tempo ($F=15.51, p<.001$), non è significativo invece l'effetto del gruppo di appartenenza ($F=.93, p=.35$). L'interazione tra il tempo e il gruppo è significativa ($F=5.24, p=.034$).

Confronto sociale: per quanto riguarda il confronto sociale non emergono effetti significativi, Tempo ($F=1.18, p=.29$), Gruppo ($F=.10, p=.76$) Tempo x Gruppo ($F=0.01, p=1.00$); indicatore del fatto che non vi è differenza tra svolgere questa parte del questionario pre o post-compito e non è influente l'appartenenza ad uno specifico gruppo di partecipanti.

Preoccupazioni

Preoccupazione per la prova: nella dimensione della preoccupazione della prova si evidenzia un effetto significativo del tempo ($F=4.74$, $p=.043$), mentre non si osservano effetti significativi per il gruppo d'appartenenza ($F=.25$, $p=.63$) e per l'interazione tra tempo e gruppo ($F=.006$, $p=.94$).

Giudizio sociale: per quanto concerne l'aspetto del giudizio sociale si osserva un effetto molto significativo del fattore tempo ($F=25.13$, $p<.001$), mentre non è presente l'effetto principale del gruppo ($F=.99$, $p=.33$). L'interazione tra il tempo e il gruppo risulta essere significativa ($F=12.52$, $p=.002$).

Tabella 4.9 ANOVA a misure ripetute del Questionario su pensieri e preoccupazioni, somministrato pre e post il compito stressante prestazionale.

Questionario su pensieri e preoccupazioni		<i>F</i>	<i>p</i>
Percezione di competenza	Effetto principale tempo	15.51	<.001**
	Effetto principale gruppo	.93	.35
	Effetto interazione tempo x gruppo	5.24	.034
Confronto sociale	Effetto principale tempo	1.18	.29
	Effetto principale gruppo	.10	.76
	Effetto interazione tempo x gruppo	.01	1.00
Preoccupazione per la prova	Effetto principale tempo	4.74	.043
	Effetto principale gruppo	.25	.63
	Effetto interazione tempo x gruppo	.006	.94

Giudizio sociale	Effetto principale tempo	25.13	<.001**
	Effetto principale gruppo	.99	.33
	Effetto interazione tempo x gruppo	12.52	.002*

Considerando i grafici (Figura 4.3) possiamo osservare la presenza dell'effetto dell'interazione tra la variabile tempo e la variabile gruppo negli aspetti di percezione di competenza e giudizio sociale. Inoltre, possiamo notare come i punteggi medi tendono a diminuire, tra la condizione pre e la condizione post-compito, in entrambi i gruppi nella percezione di competenza e nel confronto sociale; mentre le medie aumentano nel giudizio sociale e nella preoccupazione per la prova.

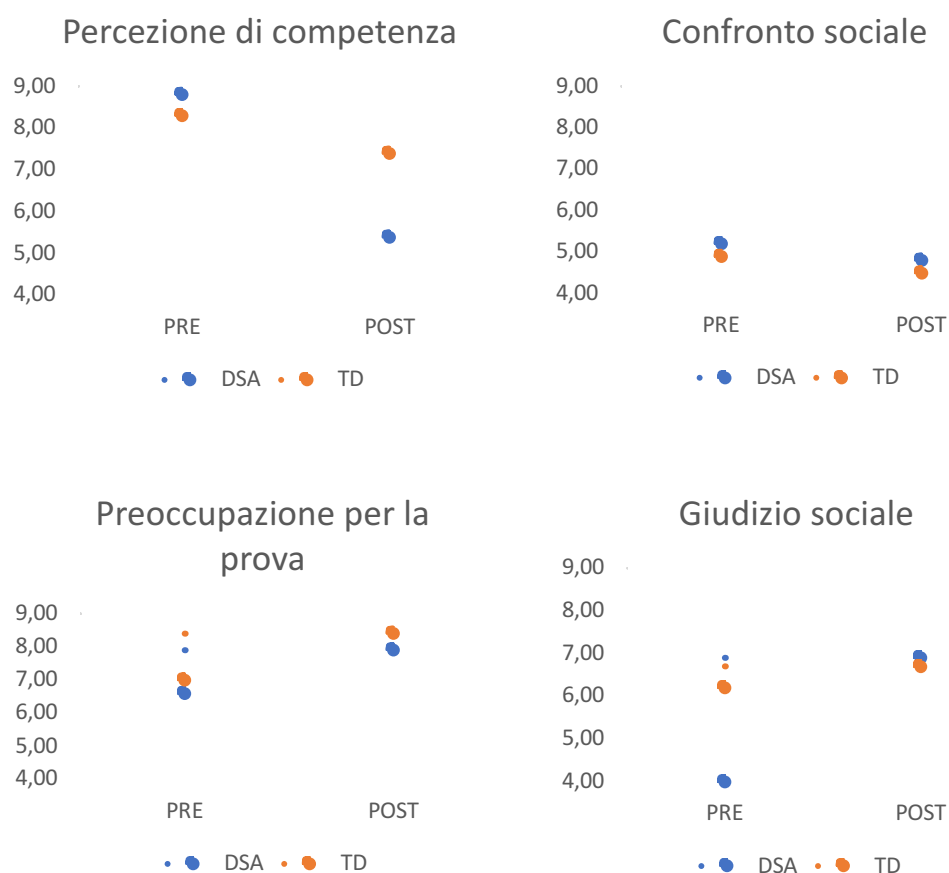


Figura 4.3 Grafici relativi al questionario “Pensieri e preoccupazioni” (Percezione di competenza, confronto con gli altri, giudizio sociale e preoccupazione per la prova) somministrato pre e post compito.

CAPITOLO 5

Discussione dei risultati

Nel capitolo precedente sono stati presentati i dati emersi dalla somministrazione delle prove ai partecipanti, e in questo quinto capitolo verranno discussi i risultati tenendo in considerazione le ipotesi formulate inizialmente e la letteratura di riferimento.

Il principale obiettivo di questo studio è stato quello di indagare il costrutto dell'ansia per la matematica (MA) in bambini e ragazzi con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) confrontandoli con un gruppo di controllo a sviluppo tipico. L'ansia per la matematica è stata valutata attraverso un questionario standardizzato somministrato ai partecipanti e, inoltre, è stato valutato il livello di competenza in matematica mediante un compito stressante prestazionale nel quale veniva richiesto di eseguire alcuni calcoli a mente nel minor tempo possibile. Infine, sono stati presi in considerazione i punteggi relativi all'*arousal* e alla percezione di controllo, valutati attraverso il questionario SAM (*Self Assessment Manikin Scale*), mentre la percezione di competenza e la preoccupazione rispetto alla prestazione e al giudizio sociale sono state esaminate tramite il questionario su pensieri e preoccupazioni costruito ad hoc.

Riassumendo brevemente le ipotesi di ricerca, presentate nel terzo capitolo, possiamo ipotizzare che la prestazione nella prova di matematica dei soggetti con DSA sia maggiormente compromessa rispetto a quella dei soggetti a sviluppo tipico; inoltre, si assume che i livelli di ansia per la matematica siano più alti nei ragazzi con Disturbi Specifici dell'Apprendimento rispetto al gruppo di controllo. Come conseguenza di un alto livello di MA si ipotizza un'alterazione degli aspetti emotivi, come un maggiore *arousal* e una diminuita percezione di controllo emotivo negli studenti con DSA. Infine, si presuppongono pensieri di entità differente tra il gruppo con DSA e quello a sviluppo tipico, come, ad esempio, una minore percezione di competenza e maggiori preoccupazioni, nei confronti della prestazione e per quanto riguarda il giudizio sociale.

5.1 Prestazione nella prova di matematica

La prestazione nella prova di matematica dei partecipanti con DSA risulta essere maggiormente compromessa, come era stato ipotizzato inizialmente. I punteggi ottenuti nelle prove di addizioni e di sottrazioni risultano avere una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo di controllo a sviluppo tipico. Questi risultati sono in linea con la letteratura, e, in particolare, con lo studio di Badian (1983) che ha dimostrato come gli studenti con difficoltà nella lettura riportano una compromissione anche degli apprendimenti in matematica. Questa compromissione sembra essere dovuta al deficit della memoria di lavoro presente negli individui con DSA, in quanto, questo costrutto, risulta essere fortemente implicato nella cognizione numerica (Le Fevre et al., 2005). Tuttavia, la ricerca non ha distinto i partecipanti per tipo di diagnosi, non permettendo di svolgere un'analisi sulle possibili differenze di prestazione tra i ragazzi con diagnosi diverse; d'altra parte, questi risultati ci permettono di identificare la compromissione delle abilità matematiche come una caratteristica dei soggetti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento in generale e indipendentemente dalla diagnosi specifica.

Un aspetto interessante è la mancanza di differenza tra i tempi di reazione dei due gruppi; infatti, il gruppo con DSA ha dei tempi di reazione leggermente inferiori, ma comunque in linea con quelli del gruppo a sviluppo tipico, i due gruppi però, riportano dei livelli di accuratezza molto diversi. Una spiegazione può essere l'utilizzo di strategie di calcolo diversificate: i soggetti con DSA tendono ad utilizzare strategie di calcolo di tipo procedurale, come il conteggio sulle dita o l'utilizzo di strategie di calcolo scritto, rispetto a strategie che prevedono il recupero diretto di fatti aritmetici o l'utilizzo della memoria a lungo termine, adottate invece, dai ragazzi a sviluppo tipico (Geary & Brown, 1991). Le strategie di tipo procedurale risultano essere molto più dispendiose in termini di risorse cognitive portando quindi i soggetti che le utilizzano a commettere più errori (Caviola et al., 2018). La scelta di una determinata tipologia di strategia di calcolo sembra dipendere dalle abilità matematiche individuali del soggetto e, soprattutto, dalla capacità di memoria di lavoro, fondamentale per un calcolo efficiente (Geary et al., 2004).

5.2 Livelli di ansia per la matematica

Anche la seconda ipotesi viene confermata dai risultati della ricerca in quanto i livelli di ansia per la matematica sono maggiori nel gruppo con DSA rispetto a quello a

sviluppo tipico. In particolare, risultano significativamente maggiori i punteggi della sottoscala dell'apprendimento della matematica, che valuta tutte quelle situazioni in cui avviene il vero e proprio apprendimento della materia. Sono significative anche le differenze della sottoscala dell'ansia da test, ossia per le situazioni in cui si viene valutati in matematica. Diversi studi hanno dimostrato come i bambini con discalculia evolutiva abbiano il doppio della probabilità di avere elevati livelli di ansia per la matematica rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico (Devine et al., 2018; Passolunghi et al., 2011); in letteratura, tuttavia, non sono ancora presenti evidenze che confermino questa ipotesi per i DSA in generale. I risultati di questo nostro studio suggeriscono che non ci siano particolari differenze tra le varie diagnosi rispetto ai livelli di MA, evidenziando un livello alto di ansia indipendentemente dalla tipologia di disturbo dell'apprendimento.

Un elevato livello di ansia per la matematica sembra avere un impatto negativo a breve termine sulla prestazione del compito che si sta svolgendo, in quanto riduce la concentrazione e la capacità della memoria di lavoro (Ashcraft & Krause, 2007); d'altra parte una *performance* deficitaria nella materia comporta livelli di ansia più alti, proprio come è stato ipotizzato da Carey (2015) con la *Reciprocal Theory*.

5.3 Aspetti emotivi legati alla prova di matematica

I livelli riferiti di *arousal* risultano essere maggiori nel gruppo con DSA, e in particolare, si assiste ad un aumento molto significativo tra la valutazione pre e quella post-compito. L'aumento dell'attivazione in riferimento alle sensazioni provate durante lo svolgimento della prova, potrebbe indicare che nei ragazzi con DSA ci sia una percezione meno accurata delle emozioni nella fase anticipatoria, e che abbiano delle modalità meno efficienti di regolazione emotiva, teoria supportata dalla ricerca di Bauminger e Kimhi-Kind del 2008. Anche per la dominanza le ipotesi vengono confermate, in quanto, la percezione di controllo diminuisce drasticamente tra la situazione pre e quella post-compito nel gruppo con DSA. Anche in questo caso potrebbe essere indicatore di una percezione non del tutto precisa della situazione che si andrà ad affrontare e una regolazione emotiva deficitaria dei ragazzi con DSA.

5.4 Percezione di competenza e preoccupazioni legate alla prova di matematica

Nella fase pre-compito i livelli riferiti di percezione di competenza sono medio-alti in entrambi i gruppi; nel gruppo con DSA si assiste poi ad una diminuzione significativa nella valutazione post-compito, mentre il gruppo a sviluppo tipico rimane costante nel riportare i propri punteggi. Questi risultati sono in linea con la letteratura, infatti la percezione di competenza, soprattutto in ambito scolastico, risulta essere inferiore nei ragazzi con DSA (Zisimopoulos & Galanaki, 2009), che riportano di non sentirsi capaci in diverse aree dell'apprendimento scolastico (Tabassam & Grainger, 2002). Questo si collega inoltre ad una bassa autostima riportata dagli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento, particolarmente nell'ambito scolastico, rispetto ai pari a sviluppo tipico (Alesi et al., 2012), un basso livello di autostima e un'immagine negativa di sé portano a sperimentare l'impotenza appresa, molto frequente nei ragazzi con DSA.

Per quanto riguarda la paura del giudizio sociale, il gruppo a sviluppo tipico rimane costante nei punteggi, mentre il gruppo con DSA riporta una valutazione molto bassa nella fase pre-compito per poi aumentare significativamente nella fase post-compito. Si assume che questo aumento sia sintomo della mancanza di consapevolezza nei DSA, prima del compito non hanno percezione di cosa stanno per affrontare, dopo la prova, invece, si rendono conto della difficoltà e si preoccupano del giudizio degli altri. Questo può essere dovuto a livelli più elevati di ansia sociale e di paura del giudizio altrui, Mammarella e colleghi (2016) hanno dimostrato infatti che i bambini con DSA presentano livelli medi di ansia sociale più alti; di conseguenza anche la paura di sentirsi giudicati risulta più elevata.

Per la preoccupazione rispetto alla prestazione assistiamo ad un aumento parallelo di entrambi i gruppi tra la fase pre-compito e quella post-compito. Questo aumento parallelo dei due gruppi indica come i partecipanti con DSA e quelli senza una diagnosi provino le stesse preoccupazioni legate alla difficoltà della prova di matematica, e che queste paure aumentino in maniera simile durante lo svolgimento della prova. Effettivamente, le preoccupazioni legate alla prestazione in matematica sono comuni anche nella popolazione a sviluppo tipico, essendo questa materia spesso fonte di ansie e paure nel contesto accademico; la prevalenza dell'ansia per la matematica è infatti stimata intorno al 17% della popolazione generale (Ashcraft & Moore, 2009).

5.5 Limiti dello studio

È necessario evidenziare la presenza di alcuni limiti in questo studio.

Innanzitutto, la potenza statistica dei risultati ottenuti è limitata in quanto il campione risulta essere molto ridotto; in ricerche future sarebbe opportuno coinvolgere un campione più ampio per poter estendere i risultati.

Un altro limite presente nella ricerca è la mancanza di divisione del campione con DSA per diagnosi (dislessia, disgrafia, disortografia e discalculia), in futuro potrebbe essere interessante dividere le varie diagnosi per capire se ci sono differenze significative e d'altra parte se sono presenti delle caratteristiche comuni a tutti i DSA.

L'ansia per la matematica è un costrutto che non è ancora stato studiato in modo esauriente, e sono presenti poche ricerche che mettono in relazione i ragazzi con DSA a quelli a sviluppo tipico, in merito a questo argomento. È auspicabile che nel prossimo futuro avvengano ulteriori studi su questo interessante aspetto.

5.6 Implicazioni cliniche e educative

Una delle principali implicazioni cliniche di questa ricerca è il fatto che i ragazzi con DSA, indipendentemente dal tipo di diagnosi, possono avere difficoltà maggiori in matematica, e, di conseguenza livelli più alti di ansia per la matematica. Lo studio sembra sottolineare una differenza significativa tra i ragazzi con DSA e quelli a sviluppo tipico, delineando delle caratteristiche comuni a tutto il gruppo sperimentale. Questo comporta una diversa concezione dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento, anche in relazione alle necessità dei ragazzi che ne soffrono e al modo migliore per aiutarli e renderli autonomi. I principali studi tendono a considerare l'importanza dei livelli di ansia per la matematica solo nel caso di diagnosi di discalculia, ma questa ricerca ha dimostrato che è importante tenerli in considerazione anche per gli altri tipi di disturbi.

Nel contesto scolastico è opportuno fare attenzione ai ragazzi che sperimentano l'ansia per la matematica, non solo nelle situazioni di valutazione ma anche in tutte le situazioni in cui avviene l'apprendimento vero e proprio. I ragazzi con DSA in particolare vanno seguiti cercando di diminuire al minimo le difficoltà dovute ad alti livelli di ansia, e viceversa. In classe è importante creare contesti di apprendimento stimolanti e coinvolgenti, dove venga sperimentata l'autoefficacia e dove si possa capire che anche gli errori fanno parte di un apprendimento di successo.

Per diminuire i livelli di ansia per la matematica è fondamentale il supporto della famiglia, infatti è stato osservato che aumentare le attività quotidiane che comprendono la matematica porta a un miglioramento della prestazione tra gli studenti con alti livelli di ansia (Berkowitz et al. 2015). È importante che a casa si svolgano attività divertenti con i numeri, come giochi da tavolo, videogiochi e sport. Inoltre, i genitori sono importanti per sviluppare nei figli un concetto di sé positivo, fornendo un *feedback* adeguato e mantenendo delle aspettative realistiche sul successo dei figli.

Tramite una sinergia tra scuola e famiglia è fondamentale creare un clima supportivo dell'autonomia, per cui si viene accettati per quello che si è, e dove vengono valorizzate le proprie potenzialità portando a valutarsi per i progressi e le personali caratteristiche piuttosto che per i risultati ottenuti (Moè, 2014).

Un possibile metodo per diminuire le difficoltà dei ragazzi con DSA può essere svolgere dei *training* per potenziare la memoria di lavoro, in quanto sembra essere uno dei loro punti deboli. Tuttavia, questi *training* non sembra abbiano effetti generalizzati nelle prestazioni accademiche come le abilità di calcolo e di lettura (Melby-Lervag et al. 2016). Quindi potenziare la memoria di lavoro non porta a ridurre i sintomi specifici dei DSA, ma comunque, questi training possono essere utili come attività di potenziamento aggiuntiva.

Bibliografia

Aarnos, E., & Perkkilä, P. (2012). Early signs of mathematics anxiety? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 1495-1499.

Adams, J. W., & Hitch, G. J. (1998). Children's mental arithmetic and working memory. In *The development of mathematical skills* (pp. 153-173). *Psychology Press*.

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.

Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences*, 21(1), 133-137.

Amitay, S., Ben-Yehudah, G., Banai, K. e Ahissar, M. [2002], Disabled readers suffer from visual and auditory impairments but not from a specific magnocellular deficit, *Brain*, 125, pp. 2272-2285.

American Psychiatric Association (APA) (2013). DSM-5. *Manuale Diagnostico e Statistico dei Disturbi Mentali*, tr. It. Raffaello Cortina, Milano, 2014.

Ashcraft, M. H. (2003). Math anxiety: Personal, educational and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185

Ashcraft, M., Krause, J., (2007), Working memory, math performance, and math anxiety, *Psychonomic Bulletin & Review*, 14 (2), 243-248

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, NY: *Psychology Press*.

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.

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., and Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 107, 1860–1863. doi: 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.

Bonifacci, P., Tobia, V., Lami, L. e Snowling, M. [2014], *ALCE. Assessment di lettura e comprensione per l'età evolutiva*, Firenze, Hogrefe.

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

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.

Carey, E., Devine, A., Hill, F., Dowker, A., McLellan, R., & Szucs, D. (2019). Understanding Mathematics Anxiety: Investigating the experiences of UK primary and secondary school students. Centre for Neuroscience in Education, University of Cambridge, <https://doi.org/10.17863/CAM.37744>

Carey, E., Hill, F., Devine, A. and Szűcs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, 6:1987

Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szűcs, D. (2017). The modified abbreviated math anxiety scale: A valid and reliable instrument for use with children. *Frontiers in psychology*, 8, 11.

Carey, E., Devine, A., Hill, F., & Szűcs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PloS one*, 12(3), e0174418.

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.

Caviola, S., Primi, C., Chiesi F., Mammarella, I., (2017). Psychometric properties of the Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS) in Italian primary school children, *Learning and Individual Differences*, 55 (2017), 174-182, ISSN 1041-6080,

Chang, H., and Beilock, S. L. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: a review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 10, 33–38. doi: 10.1016/j.cobeha.2016.04.011

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

Cornoldi, C [2019], *I disturbi dell'apprendimento*, Bologna, Il Mulino.

Cornoldi, C. e Carretti, B. [2016], *Prove MT-3-Clinica. La valutazione delle abilità di Lettura e Comprensione per la scuola primaria e secondaria di I grado*, Firenze, Giunti EDU.

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

Cornoldi, C., Pra Baldi, A. e Giofrè, D. [2017], *Prove MT avanzate-3-clinica*, Firenze, Giunti-Edu.

Cornoldi, C. e Tressoldi, P. [2014], Linee guida per la diagnosi dei profili di dislessia e disortografia previsti dalla legge 170: invito a un dibattito, *Psicologia clinica dello sviluppo*, 1, 18, pp. 75-142.

De Smedt, B. e Gilmore, C.K. [2011], Defective number module or impaired access? Numerical magnitude processing in first graders with mathematical difficulties, *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 2, pp. 278-292.

Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431–444. <https://doi.org/10.1037/edu0000222>

Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: what have we learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508. doi:10.3389/fpsyg.2016.00508

Ehri, L.C., Nunes, S.R., Willows, D.M., Schuster, B., Yaghoub-Zadeh, Z. e Shanahan, T. [2001], Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the national reading panel's meta-analysis, *Reading Research Quarterly*, 36, pp. 250-287.

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M.L., Molteni, M., Paganoni, P., Umiltà, C. e Mascetti, G.G. [2006], The relationship between visuospatial attention and nonword reading in developmental dyslexia, *Cognitive Neuropsychology*, 23, pp. 841-855.

Famarzi S, Moradi M, Abedi A. 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.

Frith, U. [1985], Beneath the surface of developmental dyslexia, in K.E. Peterson, J.C. Marshall e M. Coltheart (a cura di), *Surface Dyslexia*, Hillsdale, NJ, Erlbaum, pp. 301-330.

Gagliano, A., Germanò, E., Calabrese, T., Magazù, A., Grosso, R., Siracusano, R.M. e Cedro, C. [2007], La comorbidità nella dislessia: studio di un campione di soggetti in età evolutiva con disturbo di lettura, *Dislessia*, 4, pp. 21-39.

Van Galen GP, Portier SJ, Smits-Engelsman BC, Schomaker LR. Neuromotor noise and poor handwriting in children. *Acta Psychologica*. 1993;82(1-3):161-78.

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

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.

Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2001). Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology*, 15(7), 635-647.

Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of experimental child psychology*, 88(2), 121-151.

Gernsbacher, M.A. e Faust, M.E. [1991], The mechanism of suppression: A component of general comprehension skill, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 17, pp. 245-262.

Gori, S., Seitz, A.R., Ronconi, L., Franceschini, S. e Facoetti, A. [2016], Multiple causal links between magnocellular–dorsal pathway deficit and developmental dyslexia, *Cerebral Cortex*, 26, 11, pp. 4356-4369.

Gough, P.B. e Tunmer, W. [1986], Decoding, reading and reading disability, *Remedial and Special Education*, 7, pp. 6-10.

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

Hayes, J.R. e Flower, L. [1980], *Identifying the organization of writing processes*, in L.W. Gregg e E.R. Steinberg (a cura di), *Cognitive Processes in Writing*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum, pp. 3-30.

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 33–46. doi:10.2307/749455

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.

Hinshaw, S. (1992). Externalizing behavior problems and academic underachievement in childhood and adolescence: causal relationships and underlying mechanism. *Psychological Bulletin*, 111, 127-155.

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.

Istituto Superiore di Sanità [2011], *Consensus Conference, Disturbi specifici dell'apprendimento*, Roma, 6-7 dicembre 2010.

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

Johnson, D.J. [1988], *Review of research on specific reading, writing and mathematics disorders*, in J.F. Kavanagh e T.J. Truss (a cura di), *Learning Disabilities*, Parkton, MD, York Press, pp. 79-163.

Jordan, J. A., McGladdery, G., & Dyer, K. (2014). Dyslexia in higher education: Implications for maths anxiety, statistics anxiety and psychological well-being. *Dyslexia*, 20(3), 225-240.

Kavale, K.A., Forness, S.R. (1996), Learning disabilities grows up: rehabilitation issues for individuals with learning disabilities. *J Rehabil* 62:34-41.

Landerl, K. e Kölle, C. [2009], Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school, *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 4, pp. 546-565.

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and individual differences*. 19, 355–365. doi: 10.1016/j.lindif.2008.10.009

LeFevre, J. A., DeStefano, D., Coleman, B., & Shanahan, T. (2005). Mathematical cognition and working memory.

Liebert, R. M., & Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: a distinction and some initial data. *Psychological Reports*, 20, 975–978. doi:10.2466/pr0.1967.20.3.975

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.

Lyons IM, Beilock SL (2012) When Math Hurts: Math Anxiety Predicts Pain Network Activation in Anticipation of Doing Math. *PLoS ONE* 7(10): e48076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048076>

Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., and Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological Science* 26, 1480–1488. doi: 10.1177/095679 7615592630

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

Mammarella, I. C., Ghisi, M., Bomba, M., Bottesi, G., Caviola, S., Broggi, F., & Nacinovich, R. (2016). Anxiety and depression in children with nonverbal learning disabilities, reading disabilities, or typical development. *Journal of learning disabilities*, 49(2), 130-139.

Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512-534.

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.

Mutlu, Y. (2019). Math Anxiety in Students With and Without Math Learning Difficulties. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(5), 471–475. <https://doi.org/10.26822/iejee.2019553343>

Organization for Economic Co-operation and Development. (2013). PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students’ Engagement, Drive and Self-Beliefs. (Vol. III). Paris, France: Author.

Passolunghi, M. C. (2011). Cognitive and emotional factors in children with mathematical learning disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 58(1), 61-73.

Punaro, L., & Reeve, R. (2012). Relationships between 9-year-olds' math and literacy worries and academic abilities. *Child Development Research*, 2012.

Rack, J.P. [2017], *Dyslexia: The phonological deficit hypothesis*, in A. Fawcett e R. Nicolson (a cura di), *Dyslexia in Children*, New York-London, Routledge, pp. 5-37.

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. & Beilock, S., (2013) Math Anxiety, Working Memory, and Math Achievement in Early Elementary School, *Journal of Cognition and Development*, 14:2, 187-202, DOI: 10.1080/15248372.2012.664593

Ramus, F. [2003], Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction?, *Current Opinion in Neurobiology*, 13, pp. 212-218.

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.

Rousselle, L. e Noël, M.-P. [2007], Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing, *Cognition*, 102, 3, pp. 361-395.

Rubinsten O, Marciano H, Eidlin Levy H and Daches Cohen L (2018) A Framework for Studying the Heterogeneity of Risk Factors in Math Anxiety. *Front. Behav. Neurosci.* 12:291. doi: 10.3389/fnbeh.2018.00291

Sartori, G., Job, R., Tressoldi, P., (2007). DDE-2 *Batteria per la valutazione della Dislessia e della Disortografia Evolutiva* – 2, Giunti

Simmons, F. R., & Singleton, C. (2009). The mathematical strengths and weaknesses of children with dyslexia. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 9(3), 154-163.

Stein, J. e Walsh, V. [1997], To see but not to read: The magnocellular theory of dyslexia, *Trends in Neurosciences*, 20, pp. 147-152.

Stella, G., Franceschi, S. e Savelli, E. [2009], Disturbi associati nella dislessia evolutiva: uno studio preliminare, *Dislessia*, 6, pp. 31-49.

Tabassam, W., & Grainger, J. (2002). Self-concept, attributional style and self-efficacy beliefs of students with learning disabilities with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Learning disability quarterly*, 25(2), 141-151.

Toffalini, E., Giofrè, D. e Cornoldi, C. [2017a], Strengths and weaknesses in the intellectual profile of different subtypes of specific learning disorder, *Clinical Psychological Science*, 5, pp. 402-409.

Vukovic, R., Lesaux, N., Siegel, L., (2010). The mathematics skills of children with reading difficulties, *Learning and Individual Differences*, 20 (2010), 639-643

Wang, Z., Hart, S. A., Kovas, Y., Lukowski, S., Soden, B., Thompson, L. A., et al. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *J. Child Psychol. Psychiatry* 55, 1056–1064. doi: 10.1111/jcpp.12224

Wechsler, D. [2003], Wechsler Intelligence Scale for Children. Fourth Edition (WISC-IV): Administration and scoring manual. San Antonio, TX, *The Psychological Corporation* (adattamento italiano a cura di V. Orsini e L. Picone, Firenze, Giunti OS, 2012)

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

Wolf, M. e Bowers, P.G. [1999], The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias, *Journal of Educational Psychology*, 91, pp. 415-438.

Young, C. B., Wu, S. S., & Menon. V., (2012). The Neurodevelopmental Basis of Math Anxiety. *Psychological Science*, first published on March 20, 2012

Zirk-Sadowski, J., Lamptey, C., Devine, A., Haggard, M., & Szűcs, D. (2014). Young-age gender differences in mathematics mediated by independent control or uncontrollability. *Developmental Science*, 17(3), 366-375.

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.

•

Ringraziamenti

Ringrazio la Prof.ssa Caviola per la disponibilità dimostrata, la Prof.ssa Mammarella per il supporto e la Dott.ssa Lievore per la guida costante.

Ringrazio la Cooperativa Sociale “Mano Amica”, e in particolare Ilaria e Elena, per la possibilità di svolgere il lavoro di ricerca in un ambiente accogliente e dinamico.

Ringrazio i miei genitori per il loro costante sostegno e per avermi fatto capire che nella vita posso fare qualsiasi cosa. Un grazie anche a mio fratello Giovanni per le risate e la spensieratezza che riesce sempre a darmi.

Un ringraziamento speciale a Ilaria che è sempre stata disponibile per qualsiasi dubbio a qualsiasi orario, e che mi ha supportato e sopportato nei momenti difficili, grazie davvero.

Ringrazio le mie compagne di avventura Beatrice e Serena, senza le quali non sarei riuscita a concludere questo percorso.

Un grazie a tutti i miei amici che sono sempre presenti nella mia vita, vi voglio bene.

Un ringraziamento speciale a Giacomo, Marta, Alessandra, Viola, Stella e Gianfranco per la disponibilità a svolgere le prove.