



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata (FISPPA)

Corso di laurea Magistrale in Psicologia Clinico – Dinamica

Tesi di laurea Magistrale

**Abilità matematiche e memoria di lavoro nel Disturbo dello Spettro
Autistico senza disabilità intellettiva**

**Mathematical abilities and working memory in Autism Spectrum
Disorder without intellectual disability**

Relatrice

Prof.ssa Mammarella Irene Cristina

Correlatrice

Dott.ssa Lievore Rachele

Laureanda: Ferri Cecilia

Matricola: 2081968

Anno Accademico 2024/2025

Alla mia Famiglia♡

INDICE

Introduzione.....	1
Capitolo 1: Il Disturbo dello Spettro dell'Autismo	3
1.1 Autismo: evoluzione storica e concettualizzazione del disturbo	3
1.1.1 L'Autismo nelle classificazioni diagnostiche: dal DSM-III al DSM-5-TR.....	6
1.2 Caratteristiche cliniche	8
1.3 Criteri diagnostici.....	12
1.4 Eziopatogenesi	16
1.4.1 Fattori genetici.....	16
1.4.2 Fattori neurobiologici	17
1.4.3 Fattori ambientali.....	17
1.5 Epidemiologia	19
1.6 Diagnosi differenziale e comorbidità	20
1.7 Modelli teorici di riferimento	22
1.8 Trattamento dei Disturbi dello Spettro Autistico.....	24
Capitolo 2: Esplorando il legame tra matematica, ansia e autismo.....	28
2.1 I precursori dell'apprendimento matematico: abilità dominio-generalì e abilità - specifiche	28
2.1.1 L'importanza della memoria di lavoro nell'apprendimento matematico.....	30
2.2 L'ansia per la matematica e la relazione con l'apprendimento	34
2.2.1 Modelli teorici di riferimento dell'ansia per la matematica.....	37
2.3 La relazione tra aspetti emotivi e cognitivi in matematica.....	40

2.4 La prestazione matematica nell'autismo.....	42
2.4.1 Autismo e ansia per la matematica	44
2.4.2 Autismo e memoria di Lavoro.....	46
Capitolo 3: La ricerca	50
3.1 Obiettivi e ipotesi.....	51
3.2 Partecipanti.....	52
3.3 Metodo.....	52
3.3.1 Fase di screening.....	52
3.3.2 Fase sperimentale	59
3.4 Procedura.....	65
Capitolo 4: Analisi dei risultati	66
4.1 Fase di screening.....	66
4.1.1 Subtest del Quoziente Intellettivo in forma breve.....	67
4.1.2 Prove di lettura	67
4.1.3 Prove per la Fluenza delle abilità di calcolo	67
4.1.4 Prove di Calcolo a Mente.....	67
4.1.5 Questionario Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R).....	67
4.1.6 Questionario Social Responsiveness Scale (SRS-2).....	68
4.2 Fase sperimentale	68
4.2.1 Indice di memoria di lavoro	69
4.2.2 Compito di matematica.....	69
4.2.3 Aspetti emotivi: arousal.....	70
4.2.4 Aspetti cognitivi: percezione di competenza e preoccupazioni	71

4.2.5 Ansia per la matematica di tratto	73
4.2.6 Correlazione tra prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro	74
Capitolo 5: Discussione dei risultati	75
5.1 La memoria di lavoro.....	76
5.2 La prestazione nel compito di matematica	77
5.3 Aspetti emotivi e cognitivi legati al compito di matematica	78
5.4 L'ansia per la matematica di tratto	79
5.5 Correlazione tra prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro	80
5.6 Limiti e possibili sviluppi futuri.....	81
5.7 Implicazioni clinico-educative	82
Bibliografia e Sitografia.....	83

Ringraziamenti

INTRODUZIONE

La matematica interessa ogni ambito della nostra vita individuale e sociale, da quello accademico, lavorativo e pratico a quello ricreativo. Il suo linguaggio è trasversale... perché la matematica è realtà!

Ma è proprio questa la disciplina che, seppur modella la realtà, crea ansia e disagio in moltissimi studenti ed adulti, indipendentemente dai diversi disturbi.

Il processo di apprendimento della matematica inizia fin dai primissimi anni di vita, grazie ad abilità innate, come il subitizing, la stima e il “senso del numero”, ma le competenze specifiche si costruiscono e si strutturano negli anni, durante tutto il percorso di studi, secondo un criterio di difficoltà crescente.

I fattori cognitivi, però, non sono i soli che influenzano le abilità matematiche, infatti negli ultimi anni gli studiosi hanno indagato sempre meglio la regolazione emotiva e il coinvolgimento motivazionale nello studio della matematica, tanto che l’ansia per la matematica (MA), un’emozione correlata tanto alla motivazione quanto alla performance, è un argomento che riscontra interesse in ambito clinico.

L’obiettivo di questo lavoro è quello di valutare i fattori emotivi e cognitivi dell’ansia per la matematica, nonché la correlazione tra i costrutti: prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro (ML).

Nello specifico, tra i fattori emotivi è stato preso in esame l’arousal, mentre tra i fattori cognitivi la percezione di competenza e la preoccupazione, sperimentate dai partecipanti nelle fasi pre e post somministrazione del compito di matematica.

La tesi, afferente al progetto di ricerca “Prestazione scolastica: aspetti emotivi e sociali”, coordinato dalle Prof.sse Mammarella e Caviola e dalla Dott.ssa Lievore, ha interessato 22 ragazzi, di genere maschile, di età compresa tra i 10 e i 18 anni e 11 mesi, divisi in due gruppi, 9 appartenenti al gruppo clinico con diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico senza disabilità intellettiva (ASD) e 13 al gruppo di controllo a sviluppo tipico (ND), si propone di indagare l’ansia, di stato e di tratto, che può influenzare le prestazioni in matematica e alcuni aspetti di regolazione emotiva e di elaborazione cognitiva.

Il fine ultimo di questa ricerca è quello di promuovere interventi precoci in ambito accademico, mirati ad una gestione adeguata e funzionale dei sentimenti di ansia, a favore di tutti quei ragazzi che presentano difficoltà e criticità in contesti di valutazione, in particolare in ambito matematico, indipendentemente dalle caratteristiche e abilità individuali.

La tesi è strutturata in cinque capitoli.

Nel primo capitolo, attraverso una breve rassegna della letteratura scientifica, si prenderà in considerazione l'evoluzione storica e la concettualizzazione del disturbo, le classificazioni diagnostiche, le caratteristiche cliniche, l'eziopatogenesi e le comorbidità.

Nel secondo capitolo si tenterà di esplorare il legame tra matematica, ansia e autismo, attraverso l'analisi delle abilità dominio-generalì e delle abilità-specifiche, della memoria di lavoro, della relazione tra ansia per la matematica e apprendimento e del nesso tra fattori emotivi e cognitivi in matematica.

Nel terzo capitolo verranno indicati gli obiettivi e le ipotesi della ricerca e verranno descritti il gruppo clinico e il gruppo di controllo, la metodologia, gli strumenti e la procedura utilizzata per condurre lo studio.

Nel quarto capitolo saranno definite le ipotesi di ricerca e saranno presentati i campioni in esame e le prove specifiche delle due fasi, screening e sperimentale; il compito di matematica nella descrizione statistica per gruppi; le analisi ANOVA a misure ripetute; il questionario AMAS, con cui si misura l'ansia specifica per la matematica; la correlazione tra i costrutti prestazione, ansia per la matematica e memoria di lavoro.

Nel quinto capitolo, infine, saranno discussi i risultati dello studio che verificheranno le ipotesi e indagheranno i limiti, le possibili prospettive future e le implicazioni clinico-educative che necessariamente dovranno tener conto di interventi e strategie metacognitive, al fine di migliorare e/o potenziare la motivazione all'apprendimento così da favorire le risorse interne, cognitive, affettive e volitive della persona (Pellerey, 1983).

Concludo questa breve introduzione dicendo che l'educazione per essere un progetto vincente, e soprattutto un progetto di vita, deve necessariamente configurarsi come un polinomio, ossia come la somma algebrica di tre monomi: apprendimento cognitivo, apprendimento emotivo e apprendimento psicomotorio!

Capitolo 1

Il Disturbo dello Spettro dell'Autismo

“Me ne sto in un angolo del cortile come al solito, il più lontano possibile dalle persone che potrebbero urtarmi o gridare, mentre fisso il cielo e sono assorta nei miei pensieri [...] ho incominciato a capire che sono diversa”.

Clare Sainsbury, “Un’aliena nel cortile”

1.1 Autismo: evoluzione storica e concettualizzazione del disturbo

Il termine “*autismo*” viene coniato nel 1911 dallo psichiatra svizzero *Eugen Bleuler* per descrivere il comportamento di pazienti adulti schizofrenici che sembrano immersi in una vita interiore propria, una vita che antepongono alla realtà, caratterizzati da un atteggiamento di apatia, di indifferenza, di evitamento dell’altro, secondo una sorta di “*ritiro dal mondo*” (Cottini & Rosati, 2008), un mondo interno regolato da una logica diversa.

Il termine trova la sua origine nel pronome riflessivo greco αὐτός (sé stesso) e sta ad indicare proprio una chiusura relazionale (Cattelan, 2010), il rivolgersi verso sé, nonché una modalità di pensiero chiusa, bizzarra e ripetitiva (Tambelli, 2017) che Bleuler definì “autistica”.

Solo nel 1943 *Leo Kanner*, pediatra americano di origine tedesca e pioniere della psichiatria infantile, nel suo articolo “*Autistic Disturbances of Affective Contact*”, pubblicato sulla rivista *Nervous Child* (1943), per la prima volta dà la definizione di *autismo infantile precoce*, presentando i casi di undici bambini del Johns Hopkins Hospital, di età compresa tra i 2 e i 10 anni, accomunati da: tendenza ad isolarsi, mancato rapporto con l’ambiente, scarsa reattività in ambito relazionale, deficit nella comunicazione e nel linguaggio, comportamenti ripetitivi e stereotipati e un ritardo generale, che però non comprometteva le capacità cognitive in modo specifico.

Il comportamento, inoltre, sembrava governato da una paura angosciata per qualsiasi cambiamento, da un desiderio insistente ed ossessivo di conservare la ripetitività (Lai et al., 2014), caratteristiche cliniche che Kanner inquadrò come “*disturbo autistico del contatto affettivo*”, separando definitivamente il gruppo delle schizofrenie dall’autismo infantile precoce.

Kanner riprese da Bleuler il termine autismo, evidenziandone però l'aspetto sindromico (*Sin-drome = andare insieme*), per sottolineare la co-presenza di una costellazione di sintomi (Quaderni CNOP, n.3, 2019).

Il pediatra americano sosteneva l'origine biologica dell'autismo, perché le caratteristiche tipiche erano già presenti in età precoce, ma in uno studio di follow-up, pubblicato nel 1949, evidentemente influenzato dalla psicoanalisi e dai paradigmi genetisti, lo studioso spostò l'attenzione dalla biologia alla psicologia, e riformulando la sua idea eziopatogenica faceva derivare l'autismo da fattori psicodinamici.

Kanner ha ipotizzato che i comportamenti di questi bambini fossero dovuti a cure genitoriali inadeguate, fredde, distaccate e perfezioniste, inclini ad una "*meccanizzazione dei rapporti umani*", ma lo studioso stava scambiando la causa con l'effetto, i genitori erano emotivamente distanti, e non il contrario, proprio perché i figli avevano un atteggiamento psichicamente isolato o fisicamente distruttivo.

Solo nel 1969 Kanner, ritrattò la propria teoria sull'autismo nell'assemblea della *National Society for Autistic Children*, oggi Autism Society of America, tornando alla sua prima ipotesi con cui definiva l'autismo come un disturbo innato dello sviluppo.

Il principale esponente della logica psicodinamica dell'autismo è stato lo psicanalista *Bruno Bettelheim*, che nell'opera "*La fortezza vuota: l'autismo infantile e la nascita del Sé*" concettualizza l'autismo quale dinamica disfunzionale tra genitore e figlio, in particolare tra madre e figlio, incapace di accudire e accompagnare il bambino nelle primissime fasi di sviluppo (Bettelheim, 1967).

Il disturbo autistico era quindi un rifugio, una "*fortezza vuota*", un meccanismo difensivo per fronteggiare l'angoscia derivante dal desiderio materno, dalla necessità di cure fisiche ed affettive che tardavano ad arrivare.

È in questo contesto teorico e culturale che lo studioso austriaco coniò il termine di "*madre frigorifero*" (1967), per descrivere una modalità relazionale materna caratterizzata da scarso contatto fisico e da carenza di affettività, da pratiche alimentari anomale, da difficoltà nel contatto oculare e nel linguaggio.

Secondo Bettelheim il bambino, che non è biologicamente predeterminato all'autismo, se percepisce nella madre il desiderio di annullarlo e di annientarlo, colto da angoscia e paura per il fallimento delle prime relazioni oggettuali, sviluppa la patologia per difendersi (La Grutta & De Filippo, 2009; Società Italiana di Pedagogia Speciale, 2008), mettendo in atto meccanismi difensivi arcaici, rappresentati da scissione, identificazione proiettiva e diniego.

L'idea che l'autismo sia la naturale conseguenza di inadeguatezza genitoriale è rimasta radicata per decenni, solo alla fine del XX secolo le teorie colpevolizzanti sono state abbandonate a favore dell'organicità del disturbo dello spettro autistico.

Un anno dopo la pubblicazione del primo articolo di Kanner, il pediatra austriaco *Hans Asperger*, nel 1944 definisce "*psicopatia autistica*" il disturbo che presentavano quattro bambini.

Questa psicopatia, secondo Asperger, si presentava dopo i 3 anni, era costituzionale e familiare, colpiva solo i maschi e andava nettamente distinta dai disturbi schizofrenici.

A differenza dei bambini descritti da Kanner, i bambini di Asperger avevano preservato sia il linguaggio espressivo che comprensivo, deficitario solo negli aspetti comunicativi, avevano un buon livello cognitivo, una forma di pensiero concreto, un'eccellente memoria, l'ossessione per alcuni argomenti, ma comunque ricercavano il rapporto con il mondo esterno, anche se con modalità relazionali e comportamenti spesso eccentrici.

A differenza delle malattie schizofreniche, il disturbo tipico dei pazienti di Kanner e di Asperger, oltre ad essere già presente nei primissimi anni di vita, non è soggetto ad un deterioramento progressivo, proprio di chi soffre di schizofrenia.

In Francia, invece, lo psichiatra *François Lelord* nel 1951 inizia a studiare l'autismo da un punto di vista neurofisiologico e grazie a tecniche elettroencefalografiche evidenzia importanti alterazioni delle funzioni mentali elementari (percezione, associazione, formazione di riflessi condizionati), fondamentali per uno sviluppo mentale e comportamentale.

Nel 1952 venne pubblicata la prima edizione del *Diagnostic and Statistical Manual of mental Disorders* (DSM-I), Manuale Diagnostico e Statistico dei disturbi mentali, redatto dall'*American Psychiatric Association*, in cui il termine autismo appariva raramente e soltanto per descrivere sintomi afferenti alla diagnosi di schizofrenia, ma in questo modo non veniva categorizzato cosa fosse realmente l'autismo (Grandin, 2014).

Anche il DSM-II, pubblicato nel 1968, all'autismo non aggiungeva nulla di nuovo rispetto all'edizione precedente, ma già nella seconda metà degli anni '60 e durante gli anni '70 erano ben evidenti le differenze, più che le somiglianze, tra autismo, schizofrenia e psicosi in generale (Vianello & Mammarella, 2015), e intanto progressivamente veniva abbandonata la teoria psicogena del disturbo a favore di un'eziologia biologica e genetica.

Questo nuovo approccio orientò gli psichiatri a ricercare le alterazioni organiche che erano alla base del disturbo, a concentrarsi più sugli effetti che sulle cause, e a classificare i sintomi in modo rigoroso, ordinato e uniforme (Grandin, 2014).

1.1.1 L'Autismo nelle classificazioni diagnostiche: dal DSM-III al DSM-5-TR

Il DSM-III (APA, 1980), sulla base del nuovo orientamento degli psichiatri, rappresenta uno spartiacque, perché per la prima volta viene sancita ufficialmente la differenza clinica tra schizofrenia e autismo, che ora risulta come categoria a sé, con il nome di *Disturbo Pervasivo dello Sviluppo* (Pervasive Developmental Disorder - PDD), per la cui diagnosi, vengono definiti e descritti i tre domini essenziali: compromissione dell'interazione sociale; compromissione della comunicazione; interessi ristretti e stereotipati.

Il PDD, inoltre, compare accompagnato da una nuova categoria diagnostica, il *Disturbo Pervasivo dello Sviluppo – Non Altrimenti Specificato* (Pervasive Developmental Disorder, Not Otherwise Specified-PDD-NOS), (Vianello & Mammarella, 2015).

Nel 1987 viene pubblicata la revisione della terza edizione, DSM-III-TR, che aggiungerà variazioni concettuali come la definizione, infatti, non si parlerà più di autismo infantile ma di *Disturbo Autistico*, includendo così anche pazienti adulti, e l'aumento del numero dei criteri diagnostici suddivisi per categorie: interazione sociale reciproca, comunicazione, area degli interessi.

Negli anni a seguire si avrà soprattutto la revisione degli aspetti afferenti alla categorizzazione dell'autismo.

A riguardo risulterà di fondamentale importanza il lavoro di Lorna Wing "*Asperger Syndrome, a Clinical Account*" (1981), in cui per la prima volta verrà utilizzata l'espressione "*Sindrome di Asperger*", per fare riferimento a quanto osservato anni prima dallo stesso Asperger.

Le nuove concettualizzazioni, come la *Sindrome di Asperger* e la *Sindrome di Rett*, nella successiva edizione del DSM (DSM-IV, APA, 1994) verranno incluse nella categoria diagnostica dei *Disturbi Generalizzati dello Sviluppo*.

Nella revisione del DSM-IV (DSM-IV-TR, APA, 2000) viene fatta una distinzione importante tra *Autismo a Basso Funzionamento* e *Autismo ad Alto Funzionamento*.

Con l'espressione "Autismo a Basso Funzionamento" solitamente si fa riferimento a bambini e ragazzi non verbali e con abilità cognitive al di sotto della media, mentre con l'espressione "Autismo ad Alto Funzionamento" ci si riferisce a bambini e ragazzi con linguaggio e intelligenza nella norma (Cottini & Vivanti, 2016).

La quinta edizione del DSM (DSM-5; APA, 2013), raccoglie i cambiamenti più importanti:

- ✓ sostituisce il termine "Autismo" con l'etichetta *Disturbo dello Spettro dell'Autismo* (Autism Spectrum Disorder – ASD), espressione che sottolinea il passaggio da una

diagnosi multi-categoriale ad una diagnosi unica, altamente variabile sia per il modo con cui i sintomi si combinano tra loro che per il livello di gravità;

- ✓ include i livelli di severità del disturbo e ne stabilisce il supporto necessario;
- ✓ include nei PDD: il Disturbo Autistico, la Sindrome di Asperger e il Disturbo pervasivo dello sviluppo non altrimenti specificato (NAS);
- ✓ include l'indicazione della possibile reattività peculiare in risposta agli stimoli sensoriali;
- ✓ segnala la possibile concomitanza di disabilità intellettiva e di disturbo della comunicazione.
- ✓ sostituisce il concetto di “triade sintomatologica” (DSM-IV) con quello di “diade sintomatologica” (Cottini & Vivanti, 2016):
 - Deficit nell'area della comunicazione sociale, che comprende il deficit della comunicazione e il deficit sociale;
 - Deficit di immaginazione, che si riferisce al repertorio di attività e interessi e ai comportamenti ripetitivi e stereotipati.

Il DSM-5-TR (APA, 2022) non presenta alcuna novità o cambiamento, rispetto all'edizione 2013, riguardo all'Autism Spectrum Disorder.

1.2 Caratteristiche cliniche

“Dell’autismo si sa molto e non si sa nulla. Una parte delle persone autistiche ha qualche particolare abilità e non sappiamo perché. Non è chiaro perché le dimensioni cerebrali siano anomale. Non è chiaro nemmeno perché gli autistici siano più pignoli dei pignoli normali e, forse, più refrattari ai cambiamenti di una vita che non vuole invecchiare. Sappiamo di più delle galassie lontane, dei buchi neri, della struttura più recondita della materia. Non è che l’autismo è un problema con troppe variabili?”

Fulvio Ervas, “Se ti abbraccio non aver paura”

I *Disturbi dello Spettro Autistico* sono disturbi congeniti del neurosviluppo, si tratta di una sindrome comportamentale, a insorgenza precoce, a eziologia multifattoriale, che impedisce e inficia la corretta attribuzione di significato, interessa perlopiù le aree dell’interazione sociale reciproca, della comunicazione verbale e non verbale, dell’immaginazione, del gioco funzionale e simbolico (Linee Guida ISS, 2015), presenta estrema limitatezza o insolita curiosità nelle attività a sviluppo disarmonico (Cattelan, 2010), a cui si associano comportamenti ripetitivi, interessi ristretti e stereotipi (APA, 2013; OMS, 1992; Zero to THREE, 2016).

Problemi aggiuntivi possono essere la disabilità intellettiva, le alterazioni della coordinazione motoria, le fobie, i disturbi del sonno, i disturbi dell’alimentazione e un’abnorme risposta agli stimoli sensoriali (Cattelan, 2010).

Per la disomogeneità fenomenologica, al cui interno si distinguono “quadri tipici” e “quadri atipici” (Linee Guida ISS, 2015), per il manifestarsi con modalità e intensità diverse (Happè et al., 2006; Russell et al., 2010), per sottolineare la visione dimensionale entro la quale far rientrare i singoli individui sulla base di specificatori clinici, quali ad esempio il grado di severità del disturbo, la presenza di disabilità intellettiva o di ritardo nello sviluppo del linguaggio (Vianello & Mammarella, 2015), il DSM-V (APA, 2013) proprio per indicare un *continuum* con il Disturbo, nella definizione di categoria diagnostica, ha usato il termine “*spettro*”, ma sono così tante le unicità delle manifestazioni soggettive ed esperienziali, che possiamo addirittura parlare di *autismi*.

Spesso l’autismo è in comorbidità con: sindromi genetiche (5%); epilessia (8-30%); problemi gastrointestinali (9-70%); problemi del sonno (50-80%); depressione (12-70%); disturbo bipolare (8-9%); disturbi d’ansia (42-56%); deficit di attenzione/iperattività – ADHD (30-80%); disturbo ossessivo-compulsivo – DOC (7-24%); disturbo psicotico (12-17%); disturbi della coordinazione (53-58%) (Bolton et al., 2011; Mazzone et al., 2012).

Sono ormai numerosi gli studi che evidenziano l'importanza di una diagnosi precoce, per una messa a punto di trattamenti efficaci volti ad agire sulle funzioni sociocomunicative, cognitive e adattive, così da ridurre la gravità dei sintomi e limitare l'insorgenza di comportamenti problema (Stefanini et al., 2015).

La possibilità di modificare la traiettoria evolutiva del bambino con autismo attraverso un intervento precoce è un fondamentale fattore prognostico positivo (Quaderni CNOP, n.3, 2019).

I sintomi dell'ASD si manifestano precocemente, infatti è possibile riconoscerli dopo i due anni di vita, ma se il disturbo è di grado severo possono essere notati già nel corso dei primi 12-18 mesi, seppur nella maggior parte dei casi si tratta di segnali sfumati (Vianello & Mammarella, 2015).

Nell'area sociocomunicativa i primi comportamenti ad essere notati come anomali riguardano l'assenza o la presenza deficitaria di indicazione dichiarativa (Baron-Cohen, 1989; Camaioni, 1993) e quindi dei comportamenti di attenzione condivisa (Baron-Coen, 1989), di contatto oculare, di imitazione di azioni semplici, di ricerca di persone familiari o il voltarsi nella direzione dello stimolo uditivo o visivo significativo (Dahlgren & Gillberg, 1989; Klin et al., 1992), oltre alla perdita di interesse verso un oggetto nel momento in cui scompare dalla vista.

Successivamente, con lo sviluppo, si evidenzia un'incapacità ad instaurare relazioni funzionali con i coetanei, infatti, la mancanza di reciprocità sociale e/o emozionale porta questi bambini ad interrompere improvvisamente e senza alcun motivo l'interazione, a monopolizzare una conversazione senza rendersi conto che l'altro non lo sta più ad ascoltare, o ancora a non riconoscere gli stati emozionali dell'interlocutore e a non adeguare conseguentemente il proprio comportamento e atteggiamento.

In riferimento a queste caratteristiche, Lorna Wing (2001) identifica tre tipologie di bambini:

- 1) *Isolati*: nell'immaginario comune sono i classici bambini "chiusi sotto una campana di vetro", non rispondono agli stimoli esterni, hanno un contatto oculare molto povero e se si rivolgono all'altro è solamente per soddisfare bisogni personali;
- 2) *Passivi*: sono bambini che non mostrano particolare entusiasmo o preferenze nello svolgimento delle attività, rispondono senza eccessivo coinvolgimento alle proposte dell'altro e solitamente hanno un buon linguaggio che gli consente di proporre e riproporre le stesse affermazioni che portano alla routine di rapporti sociali;
- 3) *Eccentrici*: sono bambini che presentano comportamenti sociali inappropriati, ad esempio comportamenti familiari nei confronti di persone sconosciute o la verbalizzazione di frasi decontestualizzate rispetto all'argomento della conversazione.

Un'altra sfera particolarmente compromessa riguarda il linguaggio e l'area della comunicazione, verbale e non verbale.

I bambini autistici mostrano un ritardo nell'acquisizione e nello sviluppo del linguaggio: circa il 37% della popolazione autistica infantile inizia a usare le prime parole all'età di 2 anni e successivamente, fra i 24 e i 30 mesi di vita, tale processo si interrompe (Kurita, 1985).

Nel momento in cui il linguaggio è presente, nel 50% dei casi se ne osserva un uso disfunzionale, sia da un punto di vista sintattico sia, soprattutto, da un punto di vista pragmatico.

Nei soggetti ASD, una delle più comuni caratteristiche linguistiche, è la presenza di ecolalie, cioè la ripetizione di parole o frasi appena sentite dire da un'altra persona, o "in differita", di canzoncine, espressioni o altri messaggi sentiti alla tv, al telefono o in altre conversazioni.

I bambini con autismo hanno inoltre una particolare difficoltà rispetto al repertorio di attività e interessi, che risulta rigido e ristretto, con la tendenza a compiere pattern comportamentali stereotipati e ripetitivi che vanno a definire un criterio peculiare per la definizione della diagnosi di autismo (APA, 2013).

Le stereotipie sono dei movimenti ripetitivi fini a sé stessi, quelli di ordine inferiore vengono chiamati anche stereotipie motorie e possono essere ad esempio l'hand flapping, l'arm waving, il girare su sé stesso, il dondolare con il corpo e il manipolare oggetti.

Sono pattern comuni a diverse patologie (ritardo mentale, danni neurologici), ciò che però è elettivo nei soggetti con autismo è la presenza di ripetitività e pervasione non solo nel linguaggio e nella motricità, ma anche nel pensiero.

In età più avanzata possono manifestarsi interessi specifici e anormali, per intensità e dedizione, "*isole di competenza*" (Vianello & Mammarella, 2015) rispetto a determinati argomenti, ad esempio le fermate dei vaporetti e dei treni, gli orari degli autobus, le date storiche, le mappe stellari, le specie di insetti, le razze di cani, le case automobilistiche etc.

Questi particolari interessi non devono essere confusi con gli hobby delle persone a sviluppo tipico, perché per i soggetti autistici sono pervasivi e ne influenzano la vita di tutti i giorni, portandoli anche a dimenticarsi di soddisfare i bisogni primari.

Il profilo cognitivo nei Disturbi dello spettro dell'autismo è caratterizzato da un'estrema variabilità, non è necessariamente presente una disabilità intellettiva ed è possibile distribuire i soggetti ASD lungo un continuum di funzionamento intellettivo: dalla disabilità grave o profonda, ai livelli di intelligenza superiori alla media (Vianello & Mammarella, 2015).

In circa il 10% della popolazione ASD sono presenti delle abilità eccezionali, le *savant abilities*, che riguardano soprattutto e in particolare l'area del calcolo, prove di matematica (soprattutto memoria di date e calendari), abilità artistiche e musicali (Lovett, 1998).

È sulla base delle competenze cognitive che all'interno del sistema di classificazione diagnostica maggiormente utilizzato in ambito medico e psicologico, il DSM-V, sono riportati *tre macro-gruppi* nei quali far rientrare la diagnosi: l'*Autismo a basso funzionamento* (Low Functioning Autism, LFA), l'*Autismo a alto funzionamento* (High Functioning Autism, HFA) e la *Sindrome di Asperger* (AS).

Un'ultima caratteristica del disturbo dello spettro autistico è l'ipersensibilità sensoriale, definita anche "*Sindrome del mondo intenso*" (Markram et al., 2007).

Le persone autistiche fanno esperienza di un sovraccarico sensoriale che porta il cervello a ricevere troppe informazioni tutte insieme, diventando così insopportabile e doloroso, con conseguente difficoltà nella gestione della risposta comportamentale.

In più del 90% delle persone con autismo, infatti, nel momento in cui le sollecitazioni sono ingestibili, si riscontrano delle risposte anomale, pervasive e persistenti anche in età avanzata, caratterizzate da estrema variabilità nella tipologia e nell'intensità (Leekam et al., 2007; Rogers et al., 2003).

Possiamo classificare le difficoltà di risposta in tre macrocategorie (Miller et al., 2007):

- *Iper-responsività*: caratterizzata da reazioni eccessive quali urla e pianto;
- *Ipo-responsività*: caratterizzata da ridotta o mancata risposta agli stimoli, anche dolorosi;
- *Ricerca compulsiva* (sensory seeking/craving): caratterizzata da un interesse eccessivo ed insolito per una specifica esperienza sensoriale, ad esempio luci, odori, consistenze tattili etc.

L'estrema sensibilità sensoriale aumenta la difficoltà di queste persone ad integrarsi nei diversi contesti sociali e a svolgere attività comuni; nei neurotipici, inoltre, rappresenta uno dei fattori principali che contribuisce all'emergere della selettività alimentare.

L'ipersensibilità alla consistenza, al gusto, all'odore, al tatto, all'aspetto visivo, e alla temperatura degli alimenti, ma anche gli stimoli sensoriali provenienti dall'ambiente in cui si consuma il pasto, sono solo alcuni dei molteplici meccanismi coinvolti (Dunn, 1999; Rogers et al., 2003; Williams et al., 2000).

Infine, l'iper-responsività sensoriale, in particolare quella uditiva e tattile, è stata associata a elevati livelli di ansia nella popolazione generale (Ben-Sasson et al., 2009; Goldsmith et al., 2006), ancor più evidenti e significativi nell'ambito dei disturbi dello spettro dell'autismo.

1.3 Criteri diagnostici

La diagnosi di Disturbo dello spettro dell'autismo è "clinica", ossia si basa sull'osservazione del bambino, in contesti strutturati, da parte di diversi professionisti quali: pediatri, psicologi, neuropsichiatri infantili, logopedisti.

Attualmente gli strumenti diagnostici maggiormente utilizzati in ambito medico e psicologico sono il *DSM* (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) e la classificazione internazionale delle malattie e dei problemi correlati, l'*ICD* (International Classification of Diseases).

Questi strumenti principe, uniti a prove strutturate, screening e protocolli di osservazione hanno l'obiettivo di individuare le aree di funzionamento del bambino, già presenti nella prima infanzia, per formulare una diagnosi precoce, indispensabile ad attivare una corretta e tempestiva strutturazione dei programmi di trattamento.

Nel DSM-5 TR i molteplici sintomi dell'autismo sono categorizzati in due macroaree sintomatologiche: *deficit persistenti nella comunicazione e nell'interazione sociale* (APA, 2022, criterio A) e *pattern di comportamenti, interessi o attività ripetitivi e ristretti* (APA, 2022, criterio B).

Per ogni area sono indicati i fattori che definiscono i relativi deficit:

Area della comunicazione e dell'interazione sociale:

1. "Deficit della reciprocità socio-emotiva" (APA, 2022, criterio A1);
2. "Deficit dei comportamenti comunicativi non verbali usati per le interazioni sociali" (APA, 2022, criterio A2);
3. "Deficit nello sviluppo, nel mantenimento e nella comprensione delle relazioni" (APA, 2022, criterio A3).

Pattern di comportamenti, interessi o attività ristretti e ripetitivi:

1. "Eloquio, uso degli oggetti o movimenti motori stereotipati o ripetitivi" (APA, 2022, criterio B1);
2. "Insistenza nella sameness (immodificabilità), adesione inflessibile alle routine o pattern ritualizzati di comportamenti verbali o non verbali" (APA, 2022, criterio B2);
3. "Interessi altamente limitati e fissi, di intensità o focalizzazione anormale" (APA, 2022, criterio B3);
4. "Iper- o iporeattività agli input sensoriali o interesse insolito verso aspetti sensoriali dell'ambiente" (APA, 2022, criterio B4).

Il DSM-5 TR (APA, 2022), inoltre, precisa che:

- "I sintomi devono essere presenti nel primo periodo dello sviluppo (ma possono non manifestarsi pienamente fino a quando le richieste sociali non superano le capacità limitate, o possono essere mascherati da strategie apprese in età avanzata)" (APA, 2022, criterio C);
- "I sintomi causano una compromissione clinicamente significativa nella vita sociale, professionale o in altre aree importanti del funzionamento attuale" (APA, 2022, criterio D);
- "Questi disturbi non sono meglio spiegati da un disturbo dello sviluppo intellettivo (disabilità intellettiva) o da un ritardo globale dello sviluppo" (APA, 2022, criterio E).

Nella diagnosi è fondamentale segnalare il livello di gravità sintomatologica del momento, stimato separatamente per le categorie A e B.

È necessario specificare anche i sintomi di gravità diversa, a seconda del contesto o del periodo di vita, che la stessa persona potrebbe presentare.

Tabella 1.1 Livelli di severità dei Disturbi dello Spettro Dell’Autismo (APA, 2013).

Livello di gravità	Comunicazione sociale	Comportamenti ristretti, ripetitivi
<i>Livello 3</i> “È necessario un supporto molto significativo”	Gravi deficit delle abilità di comunicazione sociale verbale e non verbale causano gravi compromissioni del funzionamento, avvio molto limitato delle interazioni sociali e reazioni minime alle aperture sociali da parte di altri.	Inflessibilità di comportamento, estrema difficoltà nell'affrontare il cambiamento, o altri comportamenti ristretti/ripetitivi interferiscono in modo marcato con tutte le aree di funzionamento. Grande disagio/difficoltà nel modificare l'oggetto dell'attenzione o l'azione.
<i>Livello 2</i> “È necessario un supporto significativo”	Deficit marcati delle abilità di comunicazione sociale verbale e non verbale, compromissioni sociali visibili anche in presenza di supporto; avvio limitato delle interazioni sociali; reazioni ridotte o anomale alle aperture sociali da parte di altri.	Inflessibilità di comportamento, difficoltà nell'affrontare i cambiamenti o altri comportamenti ristretti/ripetitivi sono sufficientemente frequenti da essere evidenti ad un osservatore casuale e interferiscono con il funzionamento in diversi contesti. Disagio/difficoltà nel modificare l'oggetto dell'attenzione o l'azione.
<i>Livello 1</i> “È necessario un supporto”	In assenza di supporto, i deficit della comunicazione sociale causano notevoli compromissioni. Difficoltà ad avviare le interazioni sociali, e chiari esempi di risposte atipiche o infruttuose alle aperture sociali da parte di altri. L'individuo può mostrare un interesse ridotto per le interazioni sociali.	L'inflessibilità di comportamento causa interferenze significative con il funzionamento in uno o più contesti. Difficoltà nel passare da un'attività all'altra. I problemi nell'organizzazione e nella pianificazione ostacolano l'indipendenza.

Il DSM-5 TR (APA, 2022) per caratterizzare meglio la fenomenologia clinica del disturbo prevede di considerare i seguenti specificatori:

- ✓ presenza o assenza di una compromissione intellettuale associata;

- ✓ presenza o assenza di una compromissione del linguaggio associata;
- ✓ associazione con una condizione genetica nota o con un'altra condizione medica o con un fattore ambientale;
- ✓ associazione a un altro disturbo del neurosviluppo, mentale o comportamentale;
- ✓ associazione con catatonia (APA, 2022).

Questi fattori rappresentano degli indici predittivi della vita della persona autistica, sia in termini di autonomia che di qualità di vita (Smith et al., 2015).

L'equipe multidisciplinare diagnostica oltre al DSM ha a disposizione numerosi strumenti per valutare lo sviluppo nelle diverse aree, cognitiva, sociale ed emotiva.

Partendo dai classici della valutazione, quali ad esempio le scale Wechsler, Griffiths, Leiter e Vineland, che considerano il grado di sviluppo raggiunto dal bambino in relazione al livello atteso per età, gli specialisti si avvalgono di altri strumenti, divisibili in tre macrocategorie:

INTERVISTE SEMISTRUTTURATE:

- Autism Diagnostic Interview-Revised (ADI-R) (Lord et al., 1994);
- Developmental, Dimensional and Diagnostic Interview (3di) (Skuse et al. 2004);
- Diagnostic Interview for Social and Communicative Disorders (DISCO) (Wing et al. 2002).

PROVE OSSERVATIVE:

- Prova di risposta al nome (Nadig et al. 2007);
- Prova di attenzione condivisa (Camaioni et al. 2002);
- Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS) (Lord et al. 1989);
- Pre-Linguistic Autism Diagnostic Observation Schedule (PL/ADOS) (Di Lavore et al., 1995).

SCALE DI VALUTAZIONE:

- First Year Inventory (FYI) (Reznick et al. 2007);
- Modified Checklist for Autism in Toddlers (M-CHAT) (Robins et al. 2001);
- Childhood Autism Rating Scale (CARS) (Schopler et al., 1986);
- Gilliam Autism Rating Scale (GARS) (Gilliam, 1995);
- Social Communication Questionnaire (SCQ) (Rutter et al., 2003);
- Social Responsiveness Scale (SRS) (Costantino & Gruber 2007).

1.4 Eziopatogenesi

Partendo dalla prima diagnosi di autismo fatta a Donald Triplett dal Dott. Kanner, passando per le teorie colpevolizzanti i genitori e per gli approcci biologici al disturbo, sono numerosi gli studi che hanno ricercato le cause di questa complessa patologia.

Ad oggi, però, la letteratura scientifica concorda su un'eziopatogenesi multifattoriale (Tambelli, 2017), in cui interagiscono fattori genetici, neurobiologici e ambientali.

1.4.1 Fattori genetici

Le alterazioni genetiche associate all'autismo sono molteplici e interessano un po' tutti i cromosomi.

I primi studi hanno riguardato le sindromi genetiche caratterizzate dalla variazione di un singolo gene: Sindrome di Rett (Xq28); Sindrome X-fragile (Xq27.3); Sclerosi Tuberosa (9q34.13; 16p13.3), da cui è emerso che circa il 40-80% di queste persone ha sviluppato l'ASD, mentre soltanto l'1-2% delle persone autistiche manifestano tali sintomi in comorbidità (Buxbaum, 2013).

Mutazioni sui geni NLGN3, NLGN4X e SHANK3 sono state rilevate nell'ASD "idiopatico", non associato a sindromi genetiche, a lesioni cerebrali o ad infezioni del sistema nervoso centrale (Gyawali & Patra, 2019).

Gli studi sui gemelli hanno rilevato che i gemelli monozigoti sviluppano entrambi il disturbo in una percentuale tra il 60% e il 90% dei casi (Muhle et al., 2004; Ronald & Hoekstra, 2011; Sandin et al., 2014).

La ricerca ha anche indagato la probabilità di rischio per i fratelli di persone autistiche che, in generale, hanno la probabilità di presentare il disturbo, di avere tratti autistici o di manifestare altri disturbi del neurosviluppo dieci volte più alta rispetto al resto della popolazione (Towle et al., 2016; Vianello & Mammarella, 2015), in particolare i fratelli maschi hanno un rischio del 20% e la percentuale può aumentare se ad avere l'ASD è un fratello maggiore (Ozonoff et al., 2011).

La presenza di tratti autistici, seppur sfumati, è stata documentata anche nei familiari non diagnosticati di individui con l'ASD, si tratta del "*Broad Autism Phenotype*", fenotipo autistico più ampio (BAP), termine coniato da Bolton (Bolton et al., 1994) per indicare la presenza di caratteristiche linguistiche, cognitive, sociali e di personalità, compatibili con una predisposizione genetica nei genitori, associata ad una maggiore probabilità di avere un figlio autistico (Losh et al., 2008).

Di recente l'attenzione degli studiosi si è rivolta all'epigenetica, ossia a quell'insieme di cambiamenti intracellulari che incidono sul fenotipo, modificandolo, pur senza modificare la sequenza del DNA (Wong et al., 2014).

La ricerca ad oggi sostiene che i fattori genetici contribuiscono alla manifestazione dell'autismo solo per il 50%, mentre sarebbe attribuibile a fattori ambientali il restante 50%.

1.4.2 Fattori neurobiologici

Gli studi relativi alla neurobiologia dell'autismo, a causa del ridotto numero di casi esaminati, presentano ancora risultati non generalizzabili.

Le ricerche condotte fino ad ora concordano su anomalie anatomiche nelle porzioni inferiori degli emisferi cerebellari, accompagnate da perdita cellulare, e su trasformazioni del sistema limbico che portano a pensare ad un danno prenatale (intorno alle 30 settimane di gravidanza), inoltre l'applicazione delle tecniche di neuroimaging ha reso possibile evidenziare un'atrofia cerebellare con un'importante riduzione della parte posteriore del corpo calloso.

Alcuni studiosi dell'autismo hanno presentato la loro teoria secondo la quale questo disturbo è una patologia condizionata geneticamente, in cui si manifestano alterazioni anatomiche a livello cerebrale, nei neurotrasmettitori e nell'attività bioelettrica cerebrale (Morant et al., 2001).

Altre ricerche portano a pensare che la nascita di neuroni anomali, che creano connessioni disfunzionali con altre cellule nervose del cervello e che provocano un funzionamento scorretto dell'organo principale del sistema nervoso centrale, sono alla base della manifestazione dell'ASD.

Infatti, è perlopiù nella fase dello sviluppo fetale che si formano le reti neuronali e questo fa ipotizzare che la combinazione di alterazioni congenite e di fattori genetici siano la causa dei disturbi dello spettro dell'autismo.

1.4.3 Fattori ambientali

Negli anni sono stati indicati diversi *fattori ambientali*, che la letteratura scientifica classifica in prenatali, perinatali e postnatali, associabili allo sviluppo del Disturbo dello spettro autistico, ma non ci sono evidenze scientifiche sufficienti per sostenere che questi fattori da soli possano causare l'ASD (Lai et al., 2014; Sandin et al., 2014).

I fattori ambientali più trattati dalla ricerca sono: l'età dei genitori, in particolare del padre (Lampi et al., 2013; Sandin et al., 2012); le infezioni, in particolare quelle da virus neurotropi;

i problemi allergici o autoimmunitari; i problemi endocrinologici; l'esposizione a sostanze chimiche tossiche in epoca prenatale (Rai et al., 2013; Rodier, 2012; Volk et al., 2013); l'ipertensione gestazionale; il diabete gestazionale; la minaccia di aborto e problematiche varie durante la gravidanza e il parto (Brown et al., 2014; Gardener et al., 2009); l'assunzione materna di farmaci SSRI (inibitori selettivi della ricaptazione della serotonina) nel periodo prenatale e nei primi 6 mesi di gestazione (Kaplan et al., 2016); la rottura dell'equilibrio tra produzione ed eliminazione di sostanze ossidanti; le anomalie di sviluppo dell'amigdala; il deficit di vitamina D (Sandin et al., 2014).

Ad oggi, comunque, la ricerca non ha individuato biomarcatori diagnostici, prenatali o postnatali, che possano identificare le caratteristiche assimilabili all'autismo (Lord et al., 2022).

1.5 Epidemiologia

L'autismo è riscontrabile in ogni parte del mondo, in tutte le etnie e in ogni ceto sociale, l'unica differenza riguarda il rapporto di genere. La letteratura riporta che la maggiore prevalenza interessa il genere maschile, la diagnosi è di 1 su 42 per i maschi e di 1 su 189 per le femmine, secondo un rapporto maschio/femmina di 4:1 (Tambelli, 2017).

Nel corso degli anni l'epidemiologia ha mostrato un forte aumento dei casi di Disturbi dello Spettro Autistico. A metà degli anni Ottanta il rapporto stimato era di 4-6 persone affette da autismo su 10.000 individui, la variabilità dipendeva sia dalla regione in cui veniva fatta la ricerca che dalla metodologia osservativa. A metà degli anni Novanta il rapporto diventa 14-15/10.000 e all'inizio del Duemila è di 60/10.000 (Baird et al., 2000). Studi di poco successivi riportano la stima di 30-100/10.000 (Vicari et al., 2012; Vianello & Mammarella, 2015). Uno studio dei *Centers for Disease Control and Prevention* (Centri per la Prevenzione e il Controllo delle Malattie – CDC), importante organismo di controllo sulla sanità pubblica degli Stati Uniti, ha presentato le stime ufficiali per il 2020, ed il rapporto è di 1/36. Il confronto con le precedenti pubblicazioni dei CDC dimostra che si è passati da circa 1 bambino americano ogni 150 con una diagnosi di autismo nel 2000, ad 1/54 nel 2016, ad 1/44 nel 2018 per giungere ad un ulteriore incremento nel 2020.

In Europa, invece, si stima una prevalenza pari a 1 bambino su 160 in Danimarca e Svezia, 1 su 86 nel Regno Unito, e 1 su 77 in Italia, mentre la media mondiale si attesta intorno a 1/100 (Valesini, 2023).

Alcune ricerche attribuiscono l'aumento dell'incidenza negli anni ad una maggiore sensibilità ed attenzione verso i disturbi neurocomportamentali dello sviluppo e anche a migliorate capacità di diagnosi (ISS, 2011), nonché ad una maggiore definizione dei criteri diagnostici; a cambiamenti culturali; a una maggiore sensibilizzazione degli operatori e della popolazione; alla diffusione di procedure diagnostiche standardizzate; all'aumento dei servizi; a strumenti e metodologie più adatte. Sicuramente oggi dell'ASD non si considera più, come in passato, solo l'isolamento sociale, ma si è molto più attenti a tutte le altre caratteristiche di comportamento e non, che definiscono il disturbo.

Sono inoltre da considerare indispensabili, per una corretta diagnosi, le novità apportate dai DSM-III, DSM-IV, DSM-V e dalle singole revisioni (DSM-TR), sia nella definizione dei casi che nei metodi di rilevazione; lo sviluppo e l'introduzione di nuovi strumenti diagnostici e gli strumenti per lo screening precoce (ISS, 2011).

Uno studio epidemiologico dell'Interactive Autism Network (IAN, 2010) ha esaminato un campione di 7.885 individui, tra bambini e adolescenti, per stimare quanti fossero interessati da sottocategorie diagnostiche. La ricerca ha dimostrato che il 50% dello Spettro Autistico riguarda l'Autismo, un quinto la Sindrome di Asperger e il restante terzo i Disturbi Generalizzati dello Sviluppo/Spettro Autistico Non Altrimenti Specificati (Moscone & Vagni, 2013).

1.6 Diagnosi differenziale e comorbidità

La diagnosi differenziale consiste in una procedura clinica di eliminazione delle ipotesi avanzate a seguito dell'analisi del paziente, poiché molti disturbi si manifestano attraverso gli stessi sintomi, per formulare una diagnosi accurata è essenziale escludere tutte le patologie che potrebbero essere collegate alle stesse caratteristiche sintomatologiche.

Solo attraverso una corretta anamnesi, una precisa somministrazione di test e un confronto scrupoloso dei segni e dei sintomi del soggetto, si può arrivare a costruire un quadro clinico chiaro per strutturare un intervento efficace.

Nei Disturbi dello spettro autistico fare la differenziazione da altre diagnosi non è semplice, soprattutto nei casi in cui il livello di severità è lieve e alcuni sintomi sono maggiormente sfumati (Vianello & Mammarella, 2015).

Il DSM-5-TR (APA, 2022) nell'etichetta "*Diagnosi differenziale*" indica:

- ✓ il *Disturbo da deficit di attenzione e iperattività* (Attention deficit and hyperactivity disorder, ADHD), si tratta di un disturbo del neurosviluppo caratterizzato da elevati livelli di disattenzione e iperattività, che compromettono il funzionamento nella quotidianità. Queste anomalie sono comuni nei soggetti ASD, ma la discriminazione dei disturbi è data dal decorso evolutivo, dall'assenza di comportamenti ristretti e ripetitivi e da interessi insoliti per l'ADHD;
- ✓ la *Disabilità intellettiva*, è spesso caratterizzata da comportamenti ripetitivi. In questo caso la diagnosi di Disturbo dello spettro dell'autismo è adeguata solo quando le abilità interattive e comunicative nei diversi contesti sociali sono significativamente inferiori rispetto al livello di sviluppo delle abilità cognitive generali;
- ✓ il *Disturbo specifico del Linguaggio*, è caratterizzato da difficoltà nell'acquisizione, nell'utilizzo del linguaggio, nella comprensione e produzione linguistica. L'ASD può

- essere accompagnato da un ritardo nello sviluppo del linguaggio, ma ciò non ne influenza la sintomatologia clinica;
- ✓ il *Disturbo pragmatico (sociale) del Linguaggio*, presenta un problema nella comprensione del discorso e nell'utilizzo delle regole conversazionali (alternanza dei turni, metafore, umorismo etc.). Diversamente dai soggetti ASD, in questi pazienti non sono presenti stereotipie e non risultano compromessi i comportamenti non verbali;
 - ✓ il *Mutismo selettivo*, il bambino ha capacità comunicative adeguate in determinati contesti e presenta mutismo in altri specifici, ma la reciprocità sociale non è compromessa e non sono presenti comportamenti ristretti o ripetitivi;
il *Disturbo da movimento stereotipato*, diagnosi aggiuntiva non necessaria, a meno che le stereotipie non causino autolesionismo, solo in quel caso entrambe le diagnosi risultano idonee;
 - ✓ la *Sindrome di Rett*, si tratta di un disturbo del neurosviluppo progressivo che colpisce 1 bambino su 10-15.000, perlopiù bambine, causato dalla mutazione di un gene legato al cromosoma X che codifica la MECP2 (methyl-CpG-binding protein 2). I bambini sviluppano questa malattia neuroevolutiva e genetica, generalmente nei primi 6-18 mesi di vita, quando manifestano la perdita della motricità, delle capacità manuali e l'interesse all'interazione sociale, comportamenti quest'ultimi simili all'autismo. Tuttavia, dopo questa prima fase di regressione la maggior parte dei soggetti migliora le abilità di comunicazione sociale, e le caratteristiche autistiche non rappresentano più motivo di preoccupazione, a meno che non siano soddisfatti tutti i criteri diagnostici;
 - ✓ il *Disturbo d'ansia*, presenta sintomi, come ritiro sociale e comportamenti ripetitivi, difficili da differenziare da quelli del Disturbo dello spettro dell'autismo. I disturbi d'ansia più comuni nei soggetti ASD sono: la fobia specifica (fino al 30% dei casi), l'ansia sociale e l'agorafobia (fino al 17% dei casi) (APA, 2022);
 - ✓ il *Disturbo ossessivo-compulsivo*, caratterizzato da comportamenti ripetitivi e pensieri intrusivi legati alla contaminazione, all'organizzazione e a temi sessuali o religiosi. A differenza del DOC, però, le stereotipie nell'ASD possono essere percepite dal soggetto stesso come piacevoli e rinforzanti;
 - ✓ la *Schizofrenia*, è differenziabile dal Disturbo dello spettro autistico per due aspetti principali: periodo di sviluppo tipico e presenza di deliri e allucinazioni. Il clinico deve prestare attenzione per non confondere le risposte date dai soggetti autistici, a

domande riguardanti le caratteristiche della schizofrenia, con sintomi propri dell'autismo.

Un bambino ASD, infatti, alla domanda: “Senti delle voci quando non c'è nessuno?” potrebbe rispondere: “Sì (alla radio)”;

- ✓ i *Disturbi di personalità*, in particolare il *Disturbo schizotipico di personalità*. Esperienze percettive insolite, pensieri e discorsi ambigui, affetti ristretti e comportamenti bizzarri o eccentrici, possono incrociarsi con il Disturbo dello spettro autistico, ma il decorso precoce di quest'ultimo è utile alla diagnosi differenziale.

Nella popolazione con il disturbo dello spettro autistico l'outcome sintomatologico è influenzato dall'eventuale presenza di comorbidità neurologiche, genetiche, mediche e psichiatriche (Pellecchia et al., 2015).

I disturbi in comorbidità sono un fattore prognostico negativo sull'outcome clinico delle persone con autismo (Fein et al., 2013; Orinstein et al., 2014; Troyb et al., 2014).

1.7 Modelli teorici di riferimento

Negli anni sono state elaborate varie teorie che hanno cercato di spiegare, da un punto di vista neuropsicologico, il funzionamento dei soggetti con Disturbi dello spettro dell'autismo.

Ad oggi, i modelli esplicativi maggiormente condivisi dagli studiosi sono: il *modello della teoria della mente* (ToM, Theory of Mind), il *modello della coerenza centrale* (CC) e il *modello delle funzioni esecutive*.

Il *modello della teoria della mente* si fonda sull'assunto secondo cui gli esseri umani possiedono dei meccanismi specie-specifici utili a decodificare gli stati mentali, ovvero le intenzioni, i desideri e le credenze delle altre persone (Vianello & Mammarella, 2015). Diversi autori ritengono che questi meccanismi si strutturino nei bambini prima dei quattro anni e che sia possibile rilevare, nei primi due anni di vita, una serie di funzionamenti deficitari, precursori di un deficit della ToM. Indicatori significativi sono alcune delle capacità che compaiono intorno ai 12-13 mesi di vita e che possono essere così classificati:

- *Attenzione congiunta* (Baron-Cohen, 1991): capacità del bambino di osservare un oggetto in condivisione con un altro individuo. Prendendo in considerazione i sintomi tipici dell'autismo quali ad esempio il non guardare e la tendenza ad isolarsi, è evidente come nei bambini ASD questa capacità sia assente o deficitaria;
- *Comunicazione intenzionale* (Baron-Cohen, 1989; 1991): capacità di produrre comportamenti-segnale per soddisfare i propri scopi o per raggiungere specifici

obiettivi. I bambini ASD mostrano un deficit specifico nella produzione e nella comprensione dell'indicatore dichiarativo (indicare per far vedere all'altro) e minori difficoltà nell'utilizzo di indicatori richiestivi (indicare per ottenere). Altre funzioni più evolute che risultano deficitarie sono lo svolgere e il comprendere i giochi di funzione, l'attribuire stati mentali ad altri e il riconoscere false credenze. I massimi esponenti di questo modello condividono l'idea di un deficit nell'abilità di rappresentarsi gli altri e la loro mente. Secondo Leslie (1987) i bambini con autismo presenterebbero un deficit non tanto a livello delle rappresentazioni primarie, bensì a livello delle rappresentazioni secondarie, ovvero un deficit nelle meta-rappresentazioni che ha origine nel gioco simbolico, osservabile nei bambini già a partire dai 18 mesi di vita. Il compito della falsa credenza, in uno studio condotto da Wimmer e Perner nel 1983, che ha coinvolto bambini con diagnosi di autismo, ha infatti rivelato che i soggetti non avevano il secondo livello e quindi non erano in grado di prevedere il comportamento altrui sulla base di una falsa credenza. Inoltre, gli studiosi Baron-Cohen, Leslie e Frith (1985) hanno dimostrato che l'80% della popolazione ASD, a differenza dell'86% dei bambini con sindrome di Down, non riesce ad attribuire una falsa credenza nel Sally-Anne task.

Il *Modello della Coerenza Centrale* sostiene l'ipotesi di un deficit pervasivo di "coerenza centrale", ovvero la difficoltà degli individui con autismo ad integrare le informazioni in modo globale in un tutto significativo, difficoltà che impedirebbe loro di accedere a significati di livello superiore (Happè, 1999). Secondo Uta Frith (2003), una delle principali sostenitrici del modello, le basi dell'autismo sono rintracciabili in questa incapacità di cogliere la Gestalt della situazione a favore dell'elaborazione di singoli dettagli. Ad avvalorare questa ipotesi, oltre alle peculiari caratteristiche cliniche del disturbo (abilità savant, stereotipie motorie, scarse abilità nella pragmatica del linguaggio, comportamenti ripetitivi e interessi ristretti), ci sono una serie di studi che hanno esaminato le prestazioni di soggetti ASD nelle subscale della *WISC-R* e nel *CEFT* (Children's Embedded Figure Test; Witkin et al., 1971). I bambini autistici tendono ad ottenere risultati migliori nei subtest "Disegno con cubi" (Happé, 1994b) e "Memoria di cifre" (Shah & Frith, 1993), che richiedono uno stile "locale" di elaborazione delle informazioni invece di uno stile "globale", piuttosto che nei subtest "Comprensione" e "Ordinamento di figure", che risultano particolarmente difficoltosi per i soggetti autistici rispetto ad altre categorie di individui. Nel *Children's Embedded Figure Test* (Witkin et al., 1971) i 20 soggetti ASD, confrontati con il gruppo di controllo, sono stati significativamente più veloci e corretti nell'individuare la figura target, dimostrando quindi, ancora una volta, uno stile "locale" di analisi. Sottolineando un deficit sociale/cognitivo, l'ipotesi della coerenza centrale è l'unico dei

tre modelli a fornire una spiegazione dei principali sintomi presenti nei Disturbi dello spettro autistico. Altri autori, parallelamente, propongono l'idea di un disturbo caratterizzato da una compromissione dei sistemi responsabili del controllo e della pianificazione del comportamento (Harris & Handleman, 1993; Pennington, 1997; Ozonoff, 1995), un deficit delle funzioni esecutive, ovvero dei processi cognitivi che operano in modo coordinato per gestire le informazioni e le azioni necessarie per affrontare le sfide della vita quotidiana (Welsh e Pennington, 1988). Il *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST; Heaton, 1980) è il test maggiormente utilizzato per valutare l'efficienza delle funzioni esecutive; è un test di astrazione e flessibilità che coinvolge numerose abilità cognitive e per questo non è facile individuare le cause delle scarse prestazioni dei soggetti con Disturbo dello spettro autistico (Rumsey, 1985; Rumsey & Hamburger, 1988; Ozonoff et al., 1990). Nei bambini con diagnosi, comunque, le funzioni esecutive maggiormente compromesse risultano essere quelle legate alla pianificazione, alla flessibilità e alla regolazione del comportamento nei diversi contesti ecologici (Panerai et al., 2016), con un'estrema perseverazione, un'inadeguata capacità di regolazione e di adattamento ai cambiamenti e uno scarso problem solving (Ozonoff, 1997), nonché difficoltà di fluenza e nella memoria di lavoro nella componente di elaborazione (Vianello & Mammarella, 2015).

Il *modello delle funzioni esecutive*, rispetto ai precedenti, è quello che meglio spiega la presenza di comportamenti stereotipati ed interessi ristretti, tuttavia, i risultati non sono chiari e risulta difficile dedurre che le cause del disturbo possano essere ricondotte ad un deficit delle funzioni esecutive.

1.8 Trattamento dei Disturbi dello Spettro Autistico

È importante sottolineare che l'autismo interessa tutto l'arco di vita e non essendo una malattia, ma un disturbo caratterizzato da un insieme di sintomi, ad oggi non esiste alcun farmaco e/o terapia capace di curarlo e renderlo reversibile, l'unica certezza è la necessità di un intervento riabilitativo precoce, intensivo e multidimensionale che lavori su tutte le aree di sviluppo del bambino.

Un intervento precoce può avere effetti positivi sul linguaggio, sulla comunicazione sociale, sulla cognizione e sul comportamento adattivo nei più piccoli (Sandbnk et al, 2020; Weitlauf et al., 2014), può promuovere qualità di vita e dare supporto alle famiglie (Lai et al., 2014; Ospina et al., 2008).

Negli anni è notevolmente aumentata la quantità e qualità degli interventi per i bambini con Disturbi dello spettro autistico, mentre poche indicazioni specifiche interessano gli adolescenti e gli adulti giovani (Miller et al., 2014; Ninci et al., 2015).

È necessario precisare che gli interventi devono essere sicuri, individualizzati, multidisciplinari e flessibili, devono tener conto dei punti di forza e di debolezza del soggetto, dell'età, della traiettoria di sviluppo, e soprattutto devono essere costantemente monitorati (Lord et al., 2022).

Gli interventi consigliati dagli specialisti sono farmacologici e psicosociali.

Interventi farmacologici

Sono in fase di studio farmaci che agiscano su specifici pathway intracellulari (Persico et al., 2021). Al momento sono in commercio soltanto farmaci che interessano problematiche in co-occorrenza, ossia per migliorare alcuni aspetti del comportamento associati all'autismo, ma non esistono farmaci che agiscono sui sintomi nucleari (Persico et al., 2021). La *Food and Drug Administration* ha approvato solo l'aripiprazolo e il risperidone, antipsicotici, contro sintomi come l'auto e l'eteroaggressività, l'irritabilità e i disturbi associati, come i disturbi psicotici, e i comportamenti problema (FDA, 2019; Vianello & Mammarella, 2015). Il litio, la carbamazepina e l'acido valproico agiscono su problemi epilettici, su disturbi dell'umore e sulla gestione di epifenomeni come i comportamenti stereotipati autolesivi; con l'atomoxetina e gli psicostimolanti, invece, vengono trattati i sintomi di ADHD in comorbidità, ma la loro efficacia risulta limitata (Persico et al., 2021). Farmaci come la fluoxetina, la fluvoxamina, la sertralina, la paroxetina ed il citalopram, sono tutti inibitori selettivi della ricaptazione della serotonina (SSRI), e vengono somministrati soprattutto per contrastare i comportamenti ripetitivi o perseverativi, e i sintomi ossessivo-compulsivi (Vianello & Mammarella, 2015), ma gli effetti collaterali risultano più importanti rispetto ad altre popolazioni cliniche (Canitano & Scandurra, 2011).

Interventi psicosociali

Questi sono di matrice evolucionistica e cognitivo-comportamentale. Gli interventi sono finalizzati a migliorare le autonomie personali, le competenze sociali, il potenziamento degli aspetti cognitivi e verbali, e a ridurre i comportamenti problema, con l'obiettivo di promuovere uno sviluppo quanto più ottimale possibile, nella valorizzazione delle risorse presenti e nella promozione dello sviluppo di nuove.

Gli interventi che seguono sono quelli più diffusi nella letteratura scientifica, sono raggruppati in cinque categorie complementari, distinte in *approcci comprensivi* e *approcci focalizzati*:

- *Early Intensive Behavioural Intervention* (EIBI), interventi basati sul modello dell'*Applied Behaviour Analysis* (ABA), si tratta di una metodica che si basa sull'analisi applicata del comportamento e sui principi teorici del comportamentismo (Howlin et al., 2009; Smith & Eikeseth, 2011). La prima applicazione ABA con ragazzi autistici risale al 1960, quando lo psicologo norvegese Lovaas sperimentò con successo un'elevata diminuzione dei comportamenti problema in soggetti con diagnosi. Studi successivi hanno dato vita a quello che oggi è il modello di intervento comportamentale intensivo precoce, in cui l'intensità e la costanza sono fattori fondamentali, perché il trattamento sia efficace e perché le abilità apprese siano mantenute nel tempo. L'ABA mira a ridurre i cosiddetti comportamenti problema attraverso la costruzione di rituali comportamentali adattivi a cui segue un monitoraggio costante. Il principio teorico sul quale è strutturato l'intervento ABA è quello del rinforzo, che viene utilizzato per incrementare e consolidare il repertorio di comportamenti socialmente adattivi e ridurre o estinguere i comportamenti disfunzionali (Smith & Eikeseth, 2011). Gli approcci EIBI sono rivolti, perlopiù, a bambini in età prescolare e mostrano bassi o moderati livelli di efficacia (Lai et al., 2014; Reichow et al., 2013). Da alcuni anni si stanno sperimentando approcci naturalistici ed evolutivi (Naturalistic Developmental Behavioral Intervention, NDBI), come l'*Early Start Denver Model* (ESDM) (Rogers & Dawson, 2010), che vanno a combinare le tecniche comportamentali con un approccio basato sullo sviluppo e sulla relazione (integrando le caratteristiche del *Pivotal Response Training*). Uno studio neurofisiologico ha evidenziato, dopo due anni di intervento con l'ESDM (Dawson et al., 2012), la modifica da un pattern atipico ad uno tipico. Ad oggi gli approcci con maggiore evidenza scientifica sono quelli NDBI (Sandbank et al., 2020).
- *Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children* (TEACCH; Mesibov et al., 2005), è stato messo a punto negli anni '60 da Eric Schopler e dai suoi collaboratori nelle scuole per autistici della Carolina del Nord-USA (Schopler, 1997; Ozonoff & Cothcart, 1998). Questo programma si prefigge il raggiungimento del miglior grado possibile di autonomia nella vita personale, sociale e lavorativa, attraverso la strutturazione di diversi ambienti e delle strategie educative che potenzino le capacità della persona con ASD. È un metodo utilizzato in tutte le fasce di età, ma i risultati che presenta sono modesti a causa dello scarso numero di

studi randomizzati controllati (RCT) (Lai et al., 2014; Maglione et al., 2012; Reichow et al., 2013; Sandbank et al., 2020).

Approcci focalizzati, come la *Comunicazione Aumentativa Alternativa* (CAA), il *Picture Exchange Communication System* (PECS), il *Social Skill Training* (abilità sociali- SST) e il *Training in living skills and autonomy* (autonomie personali), sono programmi per bambini, adolescenti o adulti con specifiche necessità di supporto nei domini interessati dall'intervento (Lai et al., 2014; Narzisi et al., 2014).

- *La terapia cognitivo-comportamentale* (CBT) che si rivolge a bambini, adolescenti e adulti (Lai et al., 2014), individui senza deficit cognitivi e con linguaggio fluente (Volkmar et al., 2013), si sofferma su aspetti in comorbidità come la depressione, l'ansia e il disturbo ossessivo-compulsivo.
- *Gli interventi mediati dai genitori*, come il *Parent-mediated social communication therapy for young children with autism* (PACT), sono perlopiù rivolti alla popolazione in età prescolare. Appartiene a questa categoria di interventi anche il PT (Parent Training), un efficace trattamento nella gestione dei comportamenti problema (Bearss et al., 2015; Postorino et al., 2017), della selettività alimentare (Burrell et al., 2022) o nei problemi legati al sonno (Johnson et al., 2013).

- Il *metodo della comunicazione facilitata* - CF (Biklen, 1990; 1992) è un metodo che prevede, con una guida fisica parziale (mano, polso, spalla), l'aiuto da parte di un facilitatore, per consentire al soggetto di scrivere sulla tastiera o di indicare delle lettere per comunicare ciò di cui necessita. Non esistono prove scientifiche sulla validità di questo metodo e il dubbio maggiormente espresso e condiviso dalla comunità scientifica è se le produzioni scritte sono frutto dell'individuo autistico o piuttosto del facilitatore. Infine, esistono per i genitori numerosi programmi, che possono affiancare i metodi descritti, e che hanno l'obiettivo di formare e informare i familiari sulla condizione del proprio figlio.

Ad esempio, il *parent-training*, l'*Early Bird Programme*, il *metodo Son-Rise*, il *metodo Portage*, il *training di Social skills* e le *storie sociali*.

Valutare l'efficacia degli interventi all'interno dei Disturbi dello spettro dell'autismo non è semplice ed è bene considerare la presenza di diversi fattori come l'associazione con la Disabilità intellettiva o con il Disturbo del linguaggio, la comorbidità con altri disturbi e l'influenza dei contesti ambientali.

Capitolo 2

Esplorando il legame tra matematica, ansia e autismo

“Tutto è numero. Il numero è in tutto. Il numero è nell’individuo.”

Charles Baudelaire

2.1 I precursori dell’apprendimento matematico: abilità dominio-generalì e abilità-specifiche

La matematica è considerata la *regina delle scienze*, molte discipline scientifiche, infatti, ricorrono ai suoi strumenti di analisi, calcolo e modellazione.

Essa studia entità astratte come i numeri e le misure, le quantità, lo spazio, le strutture, i movimenti corporei, si occupa di analizzare e comprendere le relazioni tra gli oggetti, “rivela i caratteri più profondi e nascosti del rapporto cognitivo tra l’uomo e ciò che lo circonda” (Storia della matematica, Enciclopedia Treccani), permette di sviluppare capacità analitiche essenziali per la vita quotidiana e metodi per risolvere problemi, potenzia l’esercizio logico e il saper comunicare, perfeziona il pensiero critico, tutte abilità che consentono, fin dalla tenera età, di predire il successo scolastico e occupazionale, nonché la qualità di vita e il benessere economico di un Paese (Cragg & Gilmore 2014; Furlong et al., 2016).

Indubbiamente la matematica è lo *strumento linguistico della realtà* e gode di un suo *fascino intellettuale* ma, nonostante questa sua elettività, in ambito accademico è considerata una delle discipline più ostiche ed astratte, e per questo più complesse da apprendere.

La percentuale di persone che presentano difficoltà in matematica è statisticamente significativa, in particolar modo per il genere femminile (OECD, 2013). In Italia, il *Programma per la Valutazione Internazionale degli Studenti* (PISA), lanciato dall’Organizzazione per la Cooperazione Economica e lo Sviluppo (OCSE), ha evidenziato importanti criticità nella performance matematica di molti ragazzi, posizionando il nostro Paese al terzo posto per differenza di genere (oltre 20 punti) nelle prestazioni matematiche, con particolari problematicità nel Meridione, dove la percentuale di studenti con un buon rendimento è inferiore alla media nazionale (OECD, 2015).

La causa di così tanta difficoltà è da ricercare nel complesso intreccio di abilità, sottostanti alla matematica (Cornoldi, 2019), sia di tipo dominio-generalmente che dominio-specifiche.

Gli studiosi, negli ultimi anni, hanno analizzato i fattori interni ed esterni che interagiscono e influenzano le abilità del bambino, già dai primi anni di vita: *abilità matematiche innate* (subitizing, stima e “senso del numero”), indispensabili per il corretto sviluppo delle competenze matematiche, ma non sono di per sé sufficienti; *fattori contestuali*; *fattori cognitivi*; *fattori emotivo-motivazionali negativi*, come l’ansia, la paura di fare errori, l’evitamento della disciplina o *fattori positivi*, come la resilienza. Questi due ultimi fattori possono rispettivamente portare ad un calo nella prestazione o a superare le difficoltà e le sfide che la matematica presenta, sostenendo la prestazione stessa (Choe et al. 2019; Donolato et al. 2020).

Diversi ricercatori ritengono che nell’apprendimento della matematica i fattori cognitivi siano determinanti (Fuchs et al., 2010; Passolunghi et al., 2014, cit. in Cuder et al., 2020), ma recentemente gli studi in ambito psicologico ed educativo hanno spostato l’attenzione anche sui fattori emotivi, considerati predittori delle acquisizioni matematiche (Cuder et al., 2020).

Dowker, Sarkar e Rubinstein (2016), a riguardo, sostengono che l’ansia generale e l’ansia specifica per la matematica, rappresentano fattori di rischio che possono influenzare in modo negativo l’apprendimento.

Emozioni, pensieri negativi, preoccupazione e tensione nei confronti della matematica, oltre a svilupparsi in modo diverso in ciascuna persona, possono portare a difficoltà nella prestazione, pur con capacità matematiche nella norma, e possono indurre a scegliere per il futuro percorsi di studio in cui non sia presente la matematica o carriere ad essa non collegate (Mammarella et al., 2019).

2.1.1 L'importanza della memoria di lavoro nell'apprendimento matematico

La *memoria di lavoro* è un sistema cognitivo complesso, si tratta di una memoria operativa a breve termine, che durante l'esecuzione di attività cognitive contiene, processa, elabora e manipola informazioni verbali e visuo-spaziali, come la comprensione del linguaggio, la lettura, le abilità matematiche di apprendimento o di ragionamento, il lavoro, l'ascolto e l'interazione nei discorsi (Baddeley, 1986; Miyake & Shah, 1999, cit. in De Vita et al., 2018).

I ricercatori hanno dimostrato come le componenti verbali e visuo-spaziali della memoria di lavoro siano significativi precursori delle abilità di calcolo, le prime sono coinvolte nelle iniziali fasi di apprendimento (conteggio e verbalizzazione dei fatti aritmetici), mentre le seconde risultano prevalentemente implicate nelle elaborazioni mentali e nelle manipolazioni (Caviola et al., 2014; Mammarella, 2019).

Memorizzare un'informazione è un'operazione complessa, che richiede la codifica e la registrazione di uno stimolo esterno, l'immagazzinamento dell'informazione sotto forma di idea, concetto o immagine e infine l'utilizzo al momento opportuno, per cui anche i compiti più semplici hanno bisogno della memoria di lavoro.

In letteratura sono molti gli studi che evidenziano una forte relazione tra memoria di lavoro e abilità matematiche, già a partire dall'età prescolare e a seguire nei successivi anni di studio (Passolunghi et al., 2015; Szűcs & Devine; Soltesz et al., 2014). Infatti, anche i compiti di matematica più semplici attingono alle abilità della memoria di lavoro quali: mantenimento temporaneo delle informazioni; elaborazione delle operazioni per convertire le informazioni in output numerici; recupero delle procedure per la risoluzione del compito (De Vita et al., 2018).

Altre ricerche hanno dimostrato che studenti che hanno difficoltà in matematica presentano anche deficit nella memoria di lavoro (Costa et al., 2018; Passolunghi & Siegel, 2004).

Di certo la relazione tra sviluppo dell'apprendimento e abilità della memoria di lavoro è complessa e multifattoriale, tra loro interagiscono componenti diverse, come l'età del bambino, la fase evolutiva, l'esperienza, l'abilità matematica, il compito per valutarla, i cambiamenti cognitivi, la presenza di un disturbo del neurosviluppo (De Smedt et al., 2009; Raghobar et al., 2010).

La variabile dell'età è sicuramente tra le più rilevanti, infatti un bambino e un adolescente hanno competenze cognitive differenti e di conseguenza anche diversa memoria di lavoro.

Alcune abilità matematiche (es. capacità di calcolo e di risoluzione di problemi), hanno un nesso più forte con la memoria di lavoro, che viene valutata tramite compiti di span, di numeri o di parole, o tramite doppi compiti da fare contemporaneamente (es. coordinare due attività separate e simultanee).

In letteratura sono presenti diversi modelli teorici che propongono una panoramica esaustiva del funzionamento della memoria di lavoro, in particolare è possibile distinguere modelli multi-componenziali, che condividono l'esistenza di specifici magazzini di memoria, e modelli che la negano.

Il Modello di Baddeley (1986), originariamente proposto da Baddeley e Hitch (1974), descrive la memoria di lavoro come costituita da tre elementi: l'Esecutivo Centrale, il Loop Fonologico e il Taccuino Visuo-Spaziale.

L'*Esecutivo Centrale* inizialmente era considerato il sistema di elaborazione generale (Baddeley, 2003), successivamente è stato associato alle Funzioni Esecutive, ovvero ai processi di controllo e regolazione dei pensieri e dei comportamenti degli individui (Miyake & Friedman, 2012).

Il *Loop Fonologico* è composto da un magazzino fonologico-verbale, che mantiene le informazioni per pochi secondi, è un processo che, tramite il linguaggio subvocale, rinfresca le tracce mnestiche e le invia nuovamente al magazzino, impedendone così il decadimento.

Il *Taccuino Visuo-Spaziale* è specializzato nella manipolazione delle informazioni visive e spaziali, è infatti costituito da due parti: la componente visiva, delegata all'elaborazione delle caratteristiche degli oggetti e la componente spaziale, deputata all'elaborazione delle posizioni e dei movimenti nello spazio.

Nel 2000 Baddeley (Fig.1) ha ampliato tale modello con l'aggiunta di una quarta componente, l'*Episodic Buffer*, un sistema capace di integrare le informazioni provenienti dai due sottosistemi con quelle della memoria a lungo termine, per produrre rappresentazioni cognitive integrate che consentono di modellare l'ambiente e risolvere problemi.



Fig.2.1 Il Modello multi-componenziale (adattato da Baddeley, 2000)

Negli anni Settanta, in parallelo al modello di Baddeley, si sviluppa un filone di ricerca che nello studio della memoria di lavoro assegna un ruolo fondamentale all'attenzione, così alcuni studiosi iniziano a sviluppare una serie di compiti per misurare la "capacità di memoria di lavoro", come ad esempio il reading-span task (Daneman & Carpenter, 1980) e l'operation-span task (Turner & Engle, 1989).

Secondo Kane e colleghi (2000) questi compiti coinvolgono un unico elemento del sistema, quello dell'attenzione controllata, e la capacità della memoria di lavoro altro non è che l'abilità di mantenere attive in memoria le informazioni rilevanti, inibendo le interferenze.

Allo stesso modo, Cowan (1988; 1999; 2005) afferma che la memoria di lavoro coinvolge tutte le informazioni accessibili durante l'esecuzione di un compito e ipotizza che la quantità di informazioni che un individuo riesce a mantenere attive, è superiore alla quantità di stimoli che possono essere mantenuti nel focus dell'attenzione e che esiste un meccanismo di controllo che regola l'attivazione dei diversi elementi in memoria.

Infine, Cornoldi e Vecchi (2000; 2003) per rispondere al dibattito in letteratura sull'indipendenza delle componenti della memoria di lavoro, hanno proposto il *Modello dei Continua* (Fig.2), costituito da due dimensioni continue, una verticale, relativa al controllo attentivo, cioè al tipo di elaborazione più o meno attiva richiesta dal compito, e l'altra orizzontale, legata alla natura del materiale di lavoro, che può essere di tipo spaziale, verbale, visivo o tattile, ma non esistono sottosistemi specifici per ognuno, piuttosto il modello suggerisce un continuum lungo il quale è possibile identificare i diversi sistemi. L'aspetto

visivo e quello spaziale sono vicini lungo il continuum, mentre gli aspetti visuo-spaziali e quelli verbali non sono direttamente a contatto.

La struttura conica del modello esprime la relazione tra le componenti della memoria di lavoro, secondo gli autori, infatti, a distanze maggiori è possibile ipotizzare l'esistenza di sottosistemi indipendenti tra loro, mentre nelle attività che richiedono un maggior controllo i sistemi agiscono in modo più indipendente dalla modalità/contenuto in cui l'informazione è rappresentata, infatti è maggiormente evidente la distinzione tra i sottosistemi verbale e visuo-spaziale, piuttosto che quella tra il visivo e lo spaziale.

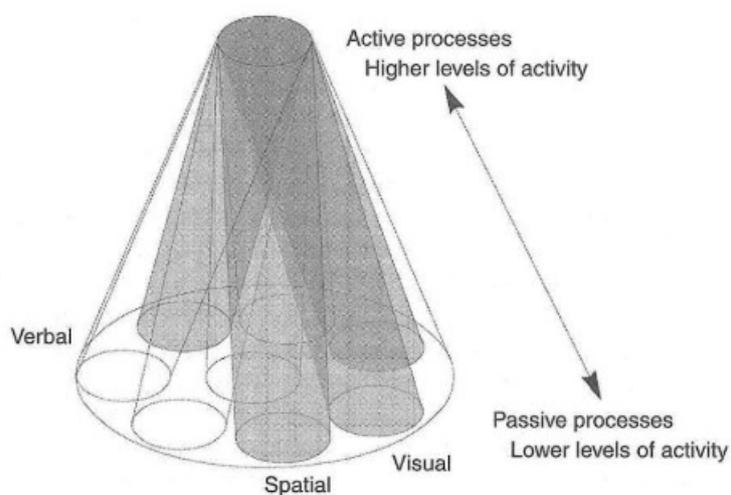


Fig.2.2 Il Modello dei Continui (adattato da Cornoldi e Vecchi, 2003)

2.2 L'ansia per la matematica e la relazione con l'apprendimento

L'ansia è una reazione negativa e incontrollata, caratterizzata da preoccupazione, apprensione, tensione per una minaccia, un evento sfavorevole o un pericolo. Essa deriva dall'*emozione della paura*, che di per sé non è un sentimento del tutto negativo (Muris, 2010), perché di fatto è la manifestazione di una reazione innata, funzionale alla sopravvivenza, che porta l'individuo a riconoscere in anticipo situazioni potenzialmente pericolose e ad attivarsi con una risposta fisiologica, affrontarle o evitarle (Kring et al., 2017).

“Quando parliamo di ansia, invece, questa forte attivazione dell'organismo si presenta di fronte a stimoli o situazioni che, da un punto di vista razionale, non dovrebbero generare paura” (Toso et al., 2023), come ad esempio l'*ansia specifica per la matematica* (Mathematics Anxiety - MA), (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022), che di per sé non dovrebbe suscitare emozioni di paura, ma che di fatto fa sperimentare a bambini, ragazzi e adulti tensioni psicofisiche, preoccupazioni e pensieri disfunzionali sia nel contesto scolastico che al di fuori di tale ambiente.

L'*ansia per la matematica* “sensazione di tensione e ansia che interferisce con la manipolazione dei numeri e la risoluzione dei problemi aritmetici ...sia nella vita quotidiana sia in ambito accademico” (Richardson & Suinn, 1972), si differenzia dall'*ansia generale*, General Anxiety Disorder - GAD, “una risposta disizionale e disfunzionale ad una situazione percepita come minacciosa” (Lewis, 1970), e dall'*ansia da valutazione*, propria di ogni materia scolastica, che riguarda le verifiche, orali, scritte, pratiche e di laboratorio, in cui uno studente deve cimentarsi.

Le differenti tipologie di ansia, pur nella loro diversità, spesso sono associate: *ansia scolastica* (da valutazione e per la matematica) e *ansia non scolastica* (generale) (Toso et al., 2023). Questo però non significa che se un ragazzo ha un importante grado di ansia generale manifesti la stessa anche per la matematica e viceversa.

Le ricerche dimostrano che queste due forme di ansia, che andranno a distinguersi con il passaggio dalla scuola primaria alla scuola secondaria (Devine et al., 2012), in entrambi gli ordini di scuola indicano che tanto più è alto il livello di ansia per la matematica peggiori saranno le prestazioni, in quanto pensieri non pertinenti, che la mente è impegnata a gestire, interferiscono in maniera negativa con le risorse cognitive necessarie per svolgere compiti e problemi di matematica.

L'ansia per la matematica può portare lo studente ad essere disattento, a riflettere poco, a rispondere in maniera veloce ed impulsiva, convinto che l'unico modo per porre fine alle sue dinamiche interne di allerta e di malessere sia svolgere l'attività in maniera frettolosa e consegnare quanto prima l'elaborato, senza ultimare la prestazione con la fase di revisione finale o può portarlo ad avere dubbi sulle proprie capacità o addirittura a tentativi di evitamento, ma tale *modus cogitandi* preclude agli studenti, con abilità nella norma, di realizzare il loro potenziale nella disciplina.

L'ansia per la matematica interessa la qualità psicofisica delle persone che ne sono affette (Luttenberg et al., 2018) e si manifesta perlopiù nel periodo dell'adolescenza (Chang & Beilock, 2016), si tratta di una realtà complessa e multifattoriale, caratterizzata da componenti emotive, cognitive, comportamentali e fisiologiche.

Componenti emotive: la persona si presenta irrequieta, nervosa, tesa, preoccupata e avverte una sensazione di disagio ogni qualvolta si trova di fronte a contenuti che riguardano la matematica (Caviola et al., 2016; Ma & Xu, 2004).

Componenti cognitive: riguardano i pensieri e i bias cognitivi riferiti alla circostanza o a sé stessi, questi influiscono sulla memoria di lavoro (working memory) e ne consumano le risorse, in quanto interferiscono in modo transitorio con l'attenzione verso queste preoccupazioni indotte dall'ansia (Ramirez et al., 2018).

Componenti comportamentali: sono l'insieme di tutte le azioni volontarie e involontarie, come ad esempio risposte di evitamento (Seligman et al., 2001), ruminazione e attivazione disadattiva (Maloney et al., 2014), in risposta all'arousal fisiologico, che comporta un'attivazione del sistema nervoso simpatico (Davidson et al., 2017).

Componenti fisiologiche: nella stessa etimologia del termine, dal latino *angere*, "opprimere, chiudere la gola", è possibile cogliere le principali reazioni somatiche che caratterizzano l'ansia: sensazione di soffocamento, nodo alla gola, fiato corto o mancanza di respiro, palpitazioni oltre a nausea, disturbi addominali, vertigini, sensazione di svenimento, eccessiva sudorazione e tremori (Barlow, 2002).

L'insieme di questi fattori crea un circolo vizioso, in cui la persona è portata a produrre risposte stereotipate e ripetitive che, come una sorta di riflesso condizionato, si innescano di fronte a situazioni o eventi percepiti come minacciosi.

Indubbiamente l'ansia specifica per la matematica oltre ad essere un fenomeno di grande rilevanza in termini di percentuale, è anche tra i fattori di rischio che maggiormente minano

l'apprendimento della disciplina (Dowker et al., 2016), con ripercussioni importanti nelle scelte individuali, per le quali il possesso delle abilità matematiche garantisce una migliore partecipazione alla vita sociale ed economica (Foley et al., 2017; Peterson et al., 2011).

L'ansia, però, non è sempre e solo un costrutto negativo perché, quando si attesta su un livello moderato essa porta a reazioni e sentimenti positivi riguardo alla matematica come: maggiore motivazione e fiducia in sé stessi, maggior gradimento della disciplina, più interesse e concentrazione e utilizzo di tutto il tempo a disposizione durante le verifiche.

Sebbene l'espressione comunemente utilizzata sia ansia per la matematica, in realtà l'espressione che meglio contestualizza questa tensione psicofisica, è "*ansia da numero*" (number anxiety), dove la parola "numero" (Dreger & Aiken, 1957) oltre ad essere quella che forse meglio coglie ed esprime la natura del problema, dimostra che l'ansia da numero non è correlata all'ansia generale, ma è tutt'altro!

2.2.1 Modelli teorici di riferimento dell'ansia per la matematica

Studi recenti hanno dimostrato che l'ansia specifica per la matematica, indagata perlopiù in studenti delle scuole secondarie di secondo grado, universitari e adulti (Cuder et al., 2020), si manifesta già a partire dalla scuola primaria, influenzando precocemente l'apprendimento e la prestazione matematica dei piccoli alunni (Cargnelutti et al., 2017).

Il fenomeno è stato osservato e descritto attraverso un modello sistemico, il *modello bio-psico-sociale* (Rubinsten et al., 2018), che ha individuato fattori di diversa natura, variabili individuali, predisposizioni neuro-cognitive e genetiche, stile genitoriale e fattori ambientali, che potrebbero influenzare i processi di apprendimento matematico e contribuire allo sviluppo dell'ansia specifica per la matematica (Fig.3).

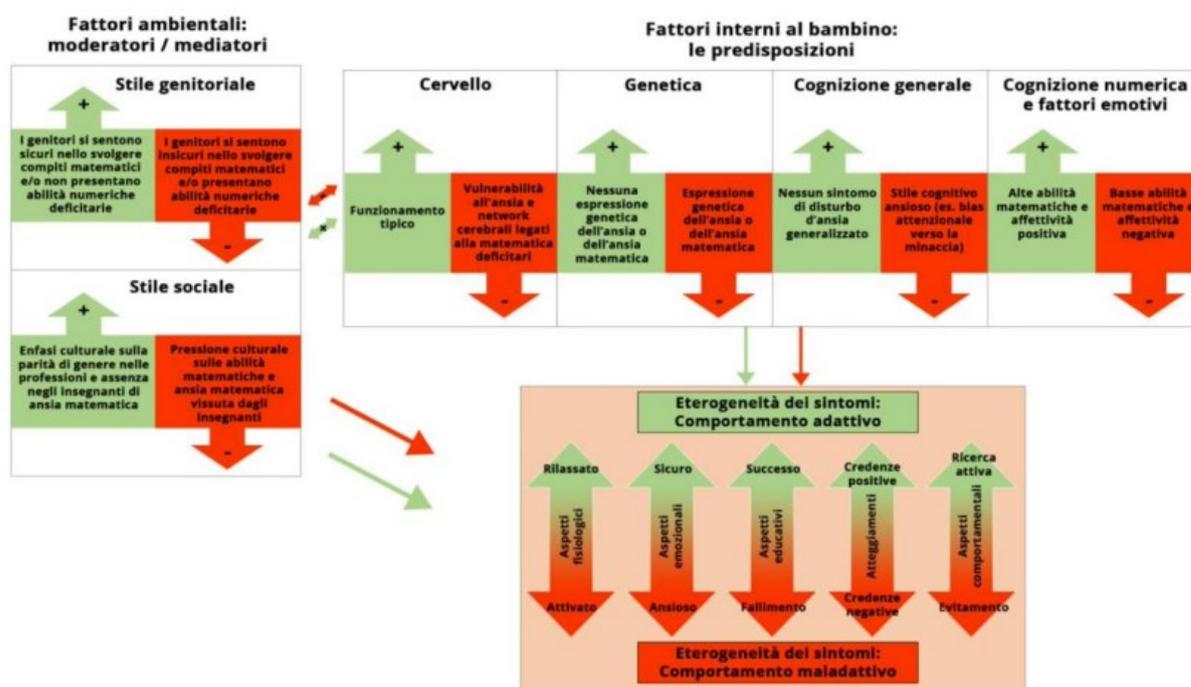


Fig.2.3 Un modello bio-psico-sociale per comprendere l'insorgenza dell'ansia per la matematica.

Il modello descrive e rappresenta due aspetti salienti per la comparsa di questa condizione: 1) Effetti dinamici: l'interazione tra fattori di rischio possono portare all'insorgenza dell'ansia per la matematica. Il segno "+", all'interno della freccia verde, significa interazioni/influenze positive, il segno "-", all'interno delle frecce rosse, invece, descrive influenze o interazioni sfavorevoli. 2) Effetti di sviluppo: i fattori ambientali (genitori, stile sociale) hanno effetti sulla crescita individuale e possono fungere sia da moderatore che da mediatore per l'insorgenza di questa condizione.

(FONTE: RUBINSTEIN et al., 2018)

Le variabili individuali si riferiscono alle predisposizioni del bambino e sono legate ai correlati neurali, alla genetica, ai fattori cognitivi, ai fattori affettivi e alle abilità numeriche di base.

La carenza delle abilità numeriche, ancora in fase di discussione, può portare allo sviluppo dell'ansia per la matematica o viceversa, ma rispetto ai fattori affettivi, come la motivazione e l'autostima, studi recenti, invece, ne evidenziano un ruolo "protettivo", ad esempio una buona motivazione può aiutare a gestire i vari livelli di ansia (Chang & Beilock, 2016).

I fattori individuali, invece, spiegano solamente una parte dello sviluppo dell'ansia per la matematica, infatti studi sui gemelli hanno evidenziato che gran parte delle differenze relative a questa ansia specifica sono associate a fattori ambientali non condivisi (Wang et al., 2014), come le esperienze scolastiche, le relazioni con i pari e/o con i membri della famiglia, così come la pressione da parte dei genitori, sia per il conseguimento di buoni risultati che per il loro coinvolgimento nei compiti e nei processi di apprendimento, aumenta nei bambini l'ansia per la matematica (Roberts & Vukovic, 2011, cit. in Rubinsten et al., 2018), anche perché spesso gli stessi genitori vivono sentimenti di ansia per la matematica che a loro volta potrebbero trasmettere ai figli (Maloney et al., 2015), così come i docenti ansiosi potrebbero generare nei loro studenti ansia per la matematica.

Rispetto a questa relazione, gli studi hanno evidenziato un'asimmetria importante legata al genere: l'ansia degli insegnanti sembra influire maggiormente sulle ragazze piuttosto che sugli alunni e questo potrebbe riferirsi agli stereotipi di genere, costruiti nel tempo, circa le abilità matematiche (Beilock et al., 2010).

Il report dell'OECD (2013), secondo cui gli Stati con alti livelli di apprendimento matematico hanno meno studenti con ansia per la matematica e viceversa, specifica anche che le singole culture e i diversi orientamenti politici possono essere significativi e determinanti nell'esperire questa ansia specifica (Folley et al., 2017; Stoet et al., 2016). A tal riguardo ne sono un esempio nazioni asiatiche come Corea del Sud, Giappone e Thailandia che pur con alti livelli di apprendimento presentano anche elevata ansia specifica, mentre paesi europei come Germania, Austria, Svizzera, Svezia e Liechtenstein, pur con alte performance matematiche mostrano una percentuale inferiore del fenomeno ansia (Foley et al., 2017; Rubinstein et al., 2018).

Nella relazione tra ansia specifica per la matematica e performance, uno degli aspetti maggiormente studiati riguarda le relazioni reciproche e il rapporto di causalità: è l'ansia ad

influenzare la prestazione matematica o è la prestazione ad essere responsabile del livello di ansia? (Carey et al. 2016; Jansen et al., 2013; Maloney & Beilock, 2012)

Alcuni modelli teorici mettono in relazione abilità matematiche, ansia e prestazione, anche se la relazione non sembra poi così lineare (Ramirez et al., 2016).

Secondo la *Teoria del Deficit* le scarse prestazioni in matematica, responsabili dei maggiori livelli di ansia, dipendono dalla consapevolezza sia delle esperienze negative in matematica nel corso degli anni (Tobias, 1986) che nella fase iniziale dell'apprendimento della disciplina (Maloney et al., 2011; 2015), per cui le performance nel presente saranno predittrici non solo delle prestazioni, ma anche dei percorsi di studio e di carriera futuri (Ma & Xu, 2004).

Al contrario, per la *Teoria dell'Ansia Debilitante* (Carey et al., 2016), l'ansia per la matematica interrompe il processo di preelaborazione, elaborazione e recupero dell'apprendimento precedente. Lo studente distoglie la sua attenzione dal compito di matematica per volgerla verso le sue preoccupazioni e il suo stato ansiogeno (Ashcraft & Krause, 2007), compromettendo la prestazione stessa e/o cercando l'evitamento di compiti e situazioni in cui l'uso delle abilità matematiche sia indispensabile per procedere (Carey et al., 2016; Hembree, 1990).

Infine, secondo la *Teoria Reciproca* (Carey et al., 2016), che cerca di conciliare i modelli precedenti, sono le scarse prestazioni in matematica che fanno sperimentare alle persone l'ansia a diversi livelli, e per contro, una forte ansia per la matematica ne inficia le prestazioni, aumentando la possibilità di evitare la materia e sviluppando sentimenti negativi riguardo alle proprie capacità matematiche (Ashcraft & Moore, 2009; Hembree, 1990).

Quindi tra ansia specifica per la matematica e prestazioni in matematica sembra esistere una relazione di interdipendenza, ma non necessariamente ad un'elevata ansia per la matematica corrispondono prestazioni scadenti come non sempre eccellenti prestazioni sono accompagnate da bassi livelli di ansia.

Il campo della ricerca è ancora in fieri.

2.3 La relazione tra aspetti emotivi e cognitivi in matematica

Tutti i processi di apprendimento sono al tempo stesso cognitivi ed emotivi e le difficoltà che gli studenti incontrano non sempre dipendono dalle abilità e dalle competenze acquisite.

Le emozioni, che si possono distinguere in positive e negative, a seconda che interessino il raggiungimento o la compromissione di uno scopo, sovrintendono e vigilano sugli scopi stessi, informando in modo tempestivo e globale il soggetto, senza ragionamenti analitici, e la loro immediatezza porta a veloci reazioni comportamentali (Poggi et al., 2004).

Le emozioni “cognitive” (Levorato, 2000) interessano tutte le materie oggetto di studio, ma la matematica è la materia che, ad ogni livello di scolarizzazione, è più associata ad emozioni individuali e sociali.

Essendo considerata la matematica la disciplina che crea maggiori difficoltà per astrazione e complessità (Di Martino & Zan, 2010; McLeod, 1992; Zan, 2007), le emozioni ad essa correlate il più delle volte sono negative: ansia, frustrazione, preoccupazione, rabbia, paura, indignazione, fastidio (Pellerey & Orio, 1996), e solo in qualche caso positive: soddisfazione per la riuscita di un compito (Zan, 2007).

A partire dalla fine degli anni Settanta la ricerca scientifica si è molto dedicata allo studio del legame *emozioni-apprendimento* (Anolli, 2002), un legame sottovalutato in passato, in quanto gli aspetti emotivi erano considerati difficili da controllare (Zeidner, 1998), ma i processi cognitivi e le situazioni di apprendimento non sono mai neutri da un punto di vista emotivo ed affettivo, anzi un approccio didattico che consideri sia la componente emotiva che metacognitiva incentiva la motivazione all'apprendimento, favorisce il self empowerment e la socializzazione nell'ambiente scolastico (Bloom, 1979).

Fino agli anni Ottanta “l'affetto è stato generalmente visto come “altro” rispetto al pensiero matematico, in quanto non parte di esso” (Zan et al., 2006), solo a partire da questo momento il processo di insegnamento-apprendimento matematico ha riguardato anche l'importanza delle emozioni e dei sentimenti che accompagnano il percorso scolastico (Adams & McLeod, 1989; Salovey & Mayer, 1990).

“Dal punto di vista socio-costruttivista, le emozioni degli studenti e altri processi affettivi sono concepiti come parte integrante del problem solving e dell'apprendimento” (Op 'T Eynde et al., 2006). Insegnare agli allievi a risolvere i problemi matematici e i compiti più complessi, nonché la gestione delle emozioni e dei sentimenti, significa predisporli a modulare il loro

rapporto con la disciplina secondo un atteggiamento positivo e di resilienza (Antognazza, di Martino et al., 2015).

L'apprendimento matematico può essere influenzato anche da aspetti come l'autostima scolastica, l'autoefficacia e da fattori esterni come l'apprendimento informale, lo status socioeconomico, l'educazione genitoriale alla matematica e gli stereotipi di genere (Levine & Pantoja, 2021).

Nell'apprendimento matematico tra le emozioni negative vi è l'ansia, strettamente connessa con la performance e la motivazione degli studenti (Ashcraft, 1995; Lazarus, 1991; Scheff, 1985). Secondo la PET, Processing Efficiency Theory (Eyesenck & Calvo, 1992), nello svolgimento di compiti matematici, specifiche forme di ansia per la matematica interferiscono con la memoria di lavoro, in particolar modo con il sottodominio dell'inhibition, compromettendo le risorse mnestiche necessarie all'esecuzione.

L'ansia per la matematica presenta diversi livelli di intensità, da un sentimento di preoccupazione moderata ad uno di forte paura e questa non si limita al solo contesto scolastico, ma può interessare anche le attività quotidiane e la vita adulta (Mammarella et al., 2019). Le ricerche hanno dimostrato che non sempre una maggiore ansia per la matematica corrisponde a prestazioni inferiori, alcuni bambini, infatti, pur mostrando elevata ansia per la disciplina, raggiungono buone prestazioni accademiche, anche se poi risultano più inclini a meccanismi di evitamento, di rifiuto di formazione in ambito matematico e di scelta di percorsi, sia di studio che professionali, legati alla matematica (Cuder et al., 2020)

A tal proposito è utile che insegnanti e genitori prestino da subito attenzione a questa ansia specifica, promuovendo attitudini positive verso la disciplina, al fine di accrescere la motivazione intrinseca ad imparare la matematica (Chouinard et al., 2007; Devine et al., 2018), così da non rischiare di ridurre le risorse cognitive utili allo svolgimento dell'attività o dar luogo alla sindrome dell'"impotenza appresa", ossia emozioni di vergogna e senso di inadeguatezza che possono insorgere in seguito a ripetuti insuccessi, con conseguente evitamento del compito (Cornoldi, 2019). Infatti, capita spesso che in presenza di difficoltà e di mancati risultati, nonostante gli sforzi messi in atto, gli studenti si impegnino di meno, ottenendo realmente una serie di insuccessi che finiranno per confermare loro l'idea di non essere all'altezza dei compiti proposti. Pertanto, è indispensabile saper cogliere ed intercettare per tempo tali stati emotivi, così da evitare il rafforzarsi di credenze disfunzionali e dannose per l'autostima degli studenti.

2.4 La prestazione matematica nell'autismo

Lo stereotipo, secondo cui i soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico hanno abilità matematiche eccezionali e al di sopra della media, è molto diffuso all'interno della nostra società, ma grazie ai progressi nella ricerca, all'attenzione nei confronti di questa popolazione clinica, a nuovi strumenti di indagine e a nuove conoscenze, ad oggi, riusciamo ad avere un'idea più chiara sull'origine di questo pensare comune e, solo attraverso la disamina degli studi presenti in letteratura, possiamo comprendere le ragioni che hanno portato gli autori a condividere o a confutare questa idea.

A supporto della plus-dotazione in matematica dei soggetti ASD, ci sono studi di alcuni autori che riportano prestazioni significativamente superiori rispetto ad individui con sviluppo tipico. In particolar modo, Baron-Cohen e colleghi (2007), in una ricerca condotta con studenti universitari della facoltà di matematica, con buone capacità di sistematizzazione, hanno riscontrato un numero maggiore di individui con autismo rispetto a studenti di altre facoltà, concludendo che "il talento nella sistematizzazione aumenta la possibilità di sviluppare una condizione dello spettro autistico" (Baron-Cohen et al., 2007). Anche Iuculano e collaboratori (2014) hanno riscontrato prestazioni migliori in individui con ASD, rispetto al gruppo di controllo, nell'esecuzione di calcoli aritmetici, a differenza della risoluzione dei problemi presentati verbalmente che risultavano in linea con i coetanei a sviluppo tipico.

Altre ricerche, in contrapposizione con quanto sostenuto dagli autori sopra citati, affermano che i soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico presentano scarse abilità matematiche.

La prestazione matematica in questa popolazione clinica è stata valutata ulteriormente da Bae, Chiang e Hickson (2015) in uno studio condotto per confrontare l'abilità di problem solving in bambini con ASD senza disabilità intellettiva e in bambini a sviluppo tipico. Dall'analisi degli strumenti utilizzati, il subtest Story Problem del Test of Mathematical Abilities (TOMA-2-SP) e il Mathematical Problem Solving Test (MWPS), è emerso che i bambini con ASD hanno minori abilità di risoluzione dei problemi rispetto ai loro pari con sviluppo tipico. Secondo gli studiosi questi risultati possono essere spiegati dalle difficoltà che hanno i bambini con ASD, caratterizzati da limitate esperienze sociali e interessi ristretti, di collegare i problemi matematici alla vita quotidiana, capacità necessaria per una perfetta risoluzione dei problemi (Bae, et al., 2015).

Le stesse prestazioni sono state rilevate dalla ricerca di Oswald, Beck, Iosif e colleghi (2016), da cui è emerso che solamente il 4% del campione di individui con ASD ha un talento

in matematica, a discapito del 22% che presentava importanti difficoltà nella disciplina. Tra i fattori presi in considerazione, quelli con una maggiore influenza sulle prestazioni sono stati il ragionamento percettivo, utile alla formulazione di strategie risolutive sulla base di collegamenti tra rappresentazioni visive degli elementi presenti nel compito e l'ansia nei confronti del compito presentato.

Le strategie cognitive utilizzate per la risoluzione dei problemi matematici, sono state oggetto di analisi anche della ricerca condotta da Polo-Blanco et al. (2022), i quali hanno confrontato un gruppo di bambini con autismo senza disabilità intellettiva e un gruppo di bambini a sviluppo tipico. Gli autori non riportano differenze significative tra i due gruppi, infatti in entrambi i campioni le strategie utilizzate erano caratterizzate da uno stesso livello di astrazione, ma hanno riscontrato una differenza nel livello di astrazione tra i bambini con ASD con basse abilità di problem solving e i bambini con ASD con buone abilità di problem solving, infatti i primi utilizzavano strategie meno elaborate, mentre i secondi si affidavano a strategie più avanzate (Polo-Blanco et al., 2022).

Per quanto riguarda le prestazioni matematiche, Wang e colleghi (2023) hanno svolto una ricerca per comprendere se ci fossero delle differenze nelle abilità cognitive e matematiche tra i bambini con autismo in età prescolare e nei pari a sviluppo tipico. I ricercatori hanno considerato il ruolo sia dei fattori dominio-generalisti che dominio-specifici implicati, in particolare il Sistema Numerico Approssimativo (Approximate Number System, ANS), la memoria di lavoro (ML), il controllo inibitorio e il livello intellettuale, aspetti riconosciuti in letteratura come predittori di buone competenze matematiche nello sviluppo tipico.

Relativamente agli strumenti, sono stati utilizzati: il Test of Early Mathematics Ability-III (TEMA-3) per valutare le abilità matematiche; il programma online Panamath per misurare l'ANS; la Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (WPPSI-III) per valutare il livello intellettuale; il Test di Corsi per la memoria di lavoro e infine il Day-Night Stroop Task per il controllo inibitorio.

I risultati dello studio evidenziano dei significativi deficit, sia nelle abilità dominio-generalisti che dominio-specifiche, nel gruppo di bambini con ASD, nello specifico sembra avere un'influenza significativa la memoria di lavoro, il cui deficit, potrebbe essere, secondo gli studiosi, la causa primaria delle difficoltà che tale popolazione clinica riscontra nell'acquisizione delle abilità matematiche.

A conclusione di questo studio, gli autori evidenziano l'importanza di intervenire precocemente sulla memoria di lavoro, in quanto ciò potrebbe migliorare le abilità matematiche dei bambini con Disturbo dello Spettro Autistico (Wang et al., 2023).

Per rispondere ai risultati contrastanti presenti in letteratura sulle competenze matematiche in soggetti con ASD e in individui con sviluppo normotipico, Tonizzi e Usai (2023) hanno recentemente condotto una meta-analisi, con cui hanno individuato alcuni fattori che potrebbero spiegare le differenze emerse nelle ricerche precedenti: l'ambito matematico specifico di riferimento; gli strumenti di misurazione utilizzati dai ricercatori; le caratteristiche individuali dei partecipanti come età, funzionamento intellettivo e memoria di lavoro.

Dall'analisi dei moderatori coinvolti, è emerso che le misure legate al tipo di compito (operazioni numeriche vs problemi matematici) e alla modalità in cui il compito veniva presentato (orale o scritto) non erano particolarmente significative nel determinare le differenze tra i gruppi, a discapito invece degli altri fattori. In particolar modo, per quanto riguarda l'età dei partecipanti, si è evinto che le differenze tra i due gruppi tendono ad aumentare in relazione all'età, al funzionamento intellettivo (il QI verbale è risultato significativo) e alla memoria di lavoro, che svolge uno dei ruoli fondamentali. In letteratura è stata principalmente attenzionata la componente verbale della ML, pertanto sono necessarie ulteriori analisi per arrivare ad un quadro conoscitivo completo e generalizzabile.

In conclusione, gli studi più recenti, mostrano una compromissione delle abilità matematiche nella risoluzione di problemi aritmetici, soprattutto di tipo verbale.

La popolazione scientifica concorda sulla necessità di svolgere copiosi studi per poter arrivare ad una conoscenza ampia del fenomeno e progettare interventi mirati ad incrementare le competenze matematiche in individui con autismo (Bae et al., 2015; Oswald et al., 2016; Polo-Blanco et al., 2022; Tonizzi & Usai, 2023; Wang et al., 2023).

2.4.1 Autismo e ansia per la matematica

I Disturbi dello Spettro Autistico sono caratterizzati da frequenti condizioni di comorbidità, di cui una delle più comuni è l'ansia, che interessa circa la metà dei soggetti.

In particolar modo, tra i disturbi d'ansia maggiormente associati all'autismo ci sono le *fobie specifiche*, con una prevalenza del 30-64% (Van Steensel et al., 2011). La fobia specifica è definita come una paura eccessiva e talvolta irrazionale verso un oggetto o una situazione specifica (DSM-5-TR, APA, 2022), che porta la persona che ne soffre a provare una paura

marcata, persistente e sproporzionata non solo in presenza dello stimolo fobico, ma anche in previsione dello stesso.

In particolar modo, nell'ambito della matematica, si parla di "ansia da numero" (number anxiety, Dreger & Aiken, 1957), un'ansia a carattere anticipatorio che porta l'individuo ad attuare una serie di comportamenti di evitamento per allontanarsi dalla situazione temuta, per scampare a possibili stati di agitazione eccessiva e per mantenere l'omeostasi psicofisiologica.

Nei soggetti ASD che presentano ansia per la matematica, questi comportamenti di evitamento si possono manifestare in diverse modalità, tra cui una maggior velocità nello svolgimento dei compiti assegnati, la scelta di un percorso di studi in cui non sia presente la disciplina o più in generale la scelta di carriere ad essa non collegate (Mammarella et al., 2019).

In letteratura, ad oggi, sono presenti pochissimi studi a riguardo e una delle difficoltà maggiormente riscontrate è nella grande variabilità del Disturbo e nella difficoltà da parte di questa popolazione clinica ad esprimere e riportare con esattezza i propri livelli di paura rispetto agli eventi.

Per studiare il costrutto dell'ansia per la matematica, gli strumenti comunemente più utilizzati in ambito accademico, sono perlopiù questionari self-report e scale di valutazione, ma considerata tale difficoltà in bambini, adolescenti e adulti con ASD, non è possibile utilizzare unicamente questo metodo di indagine per una valutazione scientifica, ma è opportuno adottare un approccio multistrumentale non invasivo, che consideri non soltanto l'autoanalisi dell'individuo rispetto ai propri sentimenti, ma anche e soprattutto misurazioni fisiologiche quali il battito cardiaco (ECG) e l'attività elettrodermica della pelle (EDA).

Il primo questionario utilizzato in questo ambito di ricerca è stato quello di Dreger e Aiken (1957), a cui hanno fatto seguito il "Mathematics Anxiety Research Scalr" o MARS (Richardson & Suinn, 1972) e il "Fennema-Sherman Mathematics Attitude Scales" (Fennema & Sherman, 1976). Negli ultimi anni poi, sono stati strutturati questionari rivolti ai bambini della scuola primaria, come il "Mathematics Attitude and Anxiety Questionnaire (Dowker et al., 2012; Thomas & Dowker, 2000), con l'obiettivo di individuare i sentimenti negativi nei confronti della disciplina e programmare interventi precoci.

Ad oggi, il test più utilizzato e più attendibile per le sue qualità psicometriche, è senz'altro il MARS (Dowker et al. 2016).

2.4.2 Autismo e memoria di lavoro

La memoria di lavoro è un'abilità cognitiva fondamentale per un adeguato funzionamento sociale, comportamentale e accademico ed ha numerose implicazioni in compiti di tipo educativo (Kercood et al., 2014).

È necessario analizzare lo sviluppo della memoria di lavoro e comprenderne il funzionamento, così da valutare e interpretare in modo accurato i punteggi che si ottengono nelle prestazioni delle varie fasi evolutive, sia in soggetti a sviluppo tipico che atipico.

La significativa variabilità che caratterizza il Disturbo dello Spettro Autistico si rispecchia anche nelle differenti risposte ai test di ML di questi individui, ragione per cui in letteratura non vi è chiarezza e condivisione di vedute tra i ricercatori e, ad oggi, il campo è ancora fertile. Inoltre, nel panorama scientifico dell'ASD, sono poche le ricerche che hanno posto attenzione alla memoria di lavoro, rispetto ad altri costrutti psicologici come la Teoria della Mente e le abilità sociali, che negli anni hanno attirato maggiormente l'interesse degli studiosi.

Seppur apparentemente lontani, questi costrutti sono fortemente correlati tra loro, in quanto la ML svolge un ruolo fondamentale nelle attività di vita quotidiana, nelle relazioni interpersonali e nello svolgimento di compiti che indagano la Teoria della Mente (Bull et al., 2008).

Al fine di avere un quadro più accurato possibile del funzionamento di soggetti con ASD, la comunità scientifica, negli ultimi anni, si sta interessando all'analisi della memoria di lavoro e alla sua influenza nel rendimento del singolo nei diversi contesti di vita.

Tra le diverse componenti della memoria di lavoro, quella verbale è stata oggetto di studio da parte di numerose ricerche, che però riportano risultati differenti a seconda dei test utilizzati e dell'età dei partecipanti.

Gabig (2008) segnala scarse prestazioni in compiti di memoria fonologica, come la ripetizione di parole (Tager-Flusberg, 1991) e in compiti in cui vengono presentate stringhe di parole organizzate semanticamente o in sequenze sintattiche (Tager-Flusberg, 1991), contrariamente alle prestazioni ottimali emerse nei compiti più semplici di memoria di liste di parole (Russell et al., 1996). Ulteriori deficit di ML sono evidenti nei compiti più complessi che richiedono il ricordo di frasi e storie (Tager-Flusberg, 1995; Williams et al., 2006) o l'abilità di mantenere e manipolare simultaneamente informazioni (Schuh & Eigsti, 2012).

Da queste e da altre ricerche si evince la complessità del compito proposto riguardo le prestazioni del singolo e si evidenzia una maggiore difficoltà in individui con ASD nell'utilizzo

di strategie gestionali adeguate all'elaborazione e all'integrazione di un numero crescente di informazioni.

Anche l'età sembra essere associata alle prestazioni, ma non è ancora possibile trarre delle conclusioni universali, in quanto la maggior parte delle ricerche condotte interessa perlopiù bambini e adolescenti, molto meno gli adulti e gli anziani, e i risultati ottenuti sono contrastanti.

I diversi studi, però, concordano sulla presenza di deficit persistenti di ML in età scolare (Ozonoff & McEvoy, 1994), nel periodo di transizione dall'adolescenza all'età adulta (Luna et al., 2007) e in età anziana (Geurts & Vissers, 2012). Una recente metanalisi di Wang e collaboratori (2017) non condivide la correlazione tra memoria di lavoro ed età, ma supporta l'ipotesi della persistenza del deficit nel tempo, mentre altri studi riportano risultati differenti a seconda dell'età dei partecipanti: ad esempio Happé e colleghi (2006) nella loro ricerca evidenziano una differenza tra bambini testati con deficit di ML e bambini più grandi; Boucher, Mayes e Bigham, (2012) hanno ottenuto risultati variabili, probabilmente legati all'età dei partecipanti coinvolti nei compiti che, oltre al mantenimento delle rappresentazioni verbali, richiedono una loro manipolazione; infine, in un compito di riorganizzazione delle rappresentazioni verbali la prestazione di adulti con ASD è buona (Williams et al., 2005), a differenza di quella dei bambini (Joseph et al., 2005).

L'incoerenza dei risultati ottenuti suggerisce la necessità di continuare nella ricerca e di ampliare il campione di studio con partecipanti di varie fasce d'età.

Quando si analizza la componente verbale della memoria di lavoro è importante tenere in considerazione anche le abilità linguistiche dei partecipanti, spesso deficitarie in bambini autistici, in quanto se presenti rendono difficile differenziare gli effetti dell'ASD nell'esecuzione di compiti di ML verbale dagli effetti delle sole difficoltà di linguaggio (Fontani, 2018; Randall et al., 2018).

Anche rispetto alla componente visuospatiale della ML i risultati sono contrastanti e nonostante nella maggior parte dei casi sia stato utilizzato il Test di Corsi (Corsi, 1972), alcuni autori riportano compromissioni nelle prestazioni di individui con ASD, mentre molti altri non riscontrano alcun deficit. Per spiegare tali differenze, Barendse e colleghi (2013) suggeriscono il memory-loading, che considera nello specifico il carico cognitivo dei compiti proposti.

Seppur una recente meta-analisi (Wang et al., 2017) non evidenzia nei compiti visuospatiali di ML un effetto significativo di tale fattore nelle prestazioni dei partecipanti con ASD, gli autori stessi riconoscono che il numero di studi presenti in letteratura è troppo esiguo per

determinare se differenti livelli di memory-loading possono avere o meno un impatto sulle prestazioni.

Oltre al carico cognitivo, sono stati oggetto di studio (Cardillo et al., 2018) altri fattori quali: la coesione percettiva degli stimoli, che fa riferimento ad una caratteristica delle immagini che permette la loro manipolazione favorendo un'elaborazione globale o locale (Caron et al., 2006); il dominio visuospatiale coinvolto; la tipologia del compito utilizzato.

Gli individui con ASD, secondo la letteratura (Caron et al., 2006; Happé & Frith, 2006), presentano una preferenza di elaborazione locale degli stimoli, ma i risultati dello studio di Cardillo et al. (2018), che considera sia il ruolo della coesione percettiva degli stimoli sia quello del dominio visuospatiale, non hanno evidenziato la presenza di un'elaborazione locale nel gruppo ASD per il dominio visuospatiale (Fig.4), emersa invece nello studio di Caron et al. (2006), in cui si analizza il dominio visuocostruttivo attraverso il subtest disegno con cubi delle scale Wechsler (WISC-IV, Wechsler, 2003; WAIS-IV, Wechsler, 2008).

L'importanza della tipologia del compito utilizzato e del dominio coinvolto è confermata anche dai risultati ottenuti nel compito della figura complessa di Rey (Rey, 1941; 1968), che valuta insieme le abilità visuocostruttive e visuospatiali di ML (Fig.5).

Cardillo et al. (2018), a differenza dei risultati sopra indicati, rispetto al gruppo di controllo riportano scarse prestazioni nei partecipanti con ASD nella seconda fase del test e nella parte di riproduzione a memoria della figura, questo a sostegno di un deficit nella ML visuospatiale.

Se si analizzano però le richieste nei due compiti, si nota che queste presentano complessità differenti, nel Test di Rey si considera la presenza e/o la posizione degli elementi della figura che vengono disegnati, mentre negli stimoli del compito di memoria visuospatiale sono richieste sia le capacità visuocostruttive e motorie che la capacità visuospatiale.

Tali risultati suggeriscono quanto sia importante considerare sia la complessità e le richieste del compito proposto, che il dominio visuospatiale coinvolto nella raccolta e nell'analisi dei dati.

Per avere un quadro generale del funzionamento della memoria di lavoro sono state analizzate anche le FE in individui con ASD.

La metanalisi condotta da Demetriou e colleghi (2018) su 235 studi sulle funzioni esecutive, ha confermato l'esistenza di un'ampia disfunzione esecutiva, in particolar modo nell'abilità di inhibition per i compiti che prevedono una complessità maggiore, con un maggior livello di controllo dell'interferenza (Geurts et al., 2014).

Oltre all'abilità di inibizione, un'altra componente deficitaria risulta essere la flessibilità cognitiva, misurata attraverso il Wisconsin Card Sorting Task (Shu et al., 2001), tale deficit si rispecchia in comportamenti stereotipati, in difficoltà di regolazione e di modulazione delle risposte (Hill, 2004).

Infine, il funzionamento della ML in soggetti con ASD è stato analizzato anche attraverso tecniche di neuroimaging funzionale. Gli studi di Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI) supportano l'esistenza di regioni cerebrali fronto-parietali coinvolte e i risultati emersi suggeriscono una disconnessione dei circuiti della corteccia prefrontale dorsolaterale e della corteccia cingolata posteriore in individui con ASD (Wang et al., 2017). Ancora, durante lo svolgimento dei compiti di memoria lavoro i pattern di attivazione cerebrale degli individui con ASD sono diversi da quelli del gruppo di controllo (Fontani, 2018; Randall et al., 2018), probabilmente a causa dell'utilizzo di network differenti di ML per raggiungere lo stesso outcome (Barendse et al., 2013), una sorta di meccanismo compensatorio attivato per preservare il funzionamento cognitivo (Silk, 2006).

Amaral, Schumann e Nordahl (2008) consigliano di porre attenzione al decorso dello sviluppo cerebrale di tale popolazione clinica, in particolar modo del Sistema Nervoso Centrale (SNC), caratterizzato da un periodo di crescita postnatale precoce, dai 18 mesi ai 4 anni, anomalo del 5-10% del volume totale del cervello (Hazlett et al., 2005; Sparks et al., 2002) e da una successiva decelerazione tra infanzia e preadolescenza e tra adolescenza ed età adulta (Barendse et al., 2013).

I deficit di ML hanno un impatto negativo sul funzionamento accademico e sociale di individui ASD (Fontani, 2018; Randall et al., 2018), ma l'ampia variabilità dei risultati ottenuti nei diversi studi, non permette di giungere a conclusioni generalizzabili all'intera popolazione clinica.

CAPITOLO 3

La ricerca

L'ansia è una risposta emotiva, sia fisica che comportamentale, a una minaccia percepita o reale, che può avere un impatto significativo sulla prestazione accademica. In particolare, l'ansia specifica per la matematica, la *Mathematics Anxiety* (MA) (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022), è un costrutto ad oggi poco studiato, decisivo nel determinare l'efficacia dei processi di apprendimento.

Il progetto di ricerca "*Prestazione scolastica: aspetti emotivi e sociali*" coordinato dalle Prof.sse Irene C. Mammarella e Sara Caviola e dalla Dott.ssa Rachele Lievore, afferenti al Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione (DPSS) dell'Università degli Studi di Padova, si propone di indagare come la paura di essere giudicati possa influenzare le prestazioni in matematica e alcuni aspetti di regolazione emotiva e di elaborazione cognitiva in bambini e ragazzi, dai 10 ai 18 anni, con autismo (ASD) senza disabilità intellettiva e a sviluppo tipico (ND).

Il fine ultimo di questo disegno di ricerca è quello di promuovere interventi precoci, mirati ad una gestione adeguata e funzionale dei sentimenti di ansia in ambito accademico, a favore di tutti quei ragazzi che presentano difficoltà e criticità in contesti di valutazione, in particolare in ambito matematico.

Nel presente capitolo verranno descritti gli obiettivi e le ipotesi della ricerca, il gruppo clinico e il gruppo di controllo, la metodologia, gli strumenti psicologici e la procedura utilizzata per condurre lo studio.

3.1 Obiettivi e ipotesi

Negli anni i ricercatori hanno condotto numerosi studi per comprendere il complesso e multiforme funzionamento del Disturbo dello Spettro Autistico in bambini, ragazzi e adulti ma, ad oggi, l'attenzione per gli aspetti emotivi e cognitivi legati alle prestazioni scolastiche, in particolar modo nell'ambito matematico, ha bisogno di continuare ad essere oggetto di studio.

L'apprendimento della matematica e del calcolo, come dimostra la recente prospettiva psicologica, è influenzato dall'interazione di processi cognitivi ed emotivi e da fattori biologici, ambientali e contestuali, che sono coinvolti nei diversi aspetti della disciplina.

Nel presente lavoro l'interesse è stato focalizzato su *fattori di protezione*, come la memoria di lavoro e la percezione di competenza e su *fattori di rischio*, quali l'ansia per la matematica e le preoccupazioni relative allo svolgimento del compito.

La ricerca, condotta mettendo a confronto le performance di un campione di soggetti con ASD senza disabilità intellettiva con quelle del gruppo di controllo a sviluppo tipico, somministrando loro prove relative all'ambito matematico, si è prefissata di indagare ed approfondire i seguenti aspetti:

- Memoria di lavoro;
- Prestazione in un compito di matematica;
- Percezione di competenza e prestazione;
- Ansia per la matematica di tratto;
- Relazione tra memoria di lavoro, prestazione matematica e ansia per la matematica di tratto;
- Ansia per la matematica di stato: Fattori emotivi e cognitivi, relativi al compito di matematica.

Considerati i fattori analizzati, le ipotesi di studio sono le seguenti:

- 1) Se la memoria di lavoro supporta la prestazione, tra i due costrutti dovrebbe esserci una correlazione positiva: $>ML = >Prestazione$ (Passolunghi et al., 2015; Szücs et al., 2014);
- 2) I soggetti ASD dovrebbero avere prestazioni matematiche inferiori rispetto al gruppo di controllo, come risulta dalla recente metanalisi di Tonizzi e Usai (2023), secondo cui questa differenza tra gruppi è influenzata da fattori quali: età, funzionamento cognitivo e memoria di lavoro;
- 3) Data la relazione positiva tra prestazione matematica e percezione di competenza (Jameson et al., 2022; Kasken et al., 2020), i soggetti che presentano sentimenti positivi

rispetto alle proprie abilità, dovrebbero conseguire risultati ottimali nelle prove specifiche;

- 4) Dal momento che sussiste una relazione reciproca, bidirezionale e negativa tra ansia per la matematica di tratto e qualità della prestazione, i partecipanti che riportano alti livelli di ansia per la matematica dovrebbero conseguire una prestazione inferiore nella prova (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022; Chang & Beilock, 2016; Hill et al., 2016; Zhang et al., 2019);
- 5) La relazione negativa tra fattori emotivi e cognitivi nell'ansia per la matematica di stato e il rendimento (Maloney, 2014), dovrebbe portare i partecipanti a produrre una prestazione più carente, per gli alti livelli di arousal e preoccupazione.

3.2 Partecipanti

Nel presente progetto di studio, sono stati coinvolti 22 soggetti, di genere maschile, di età compresa tra 10 e 18 anni e 11 mesi, tutti con un QI nella norma (≥ 80), verificato attraverso lo svolgimento di prove di screening preliminari. I partecipanti sono stati divisi in due gruppi: 9 partecipanti nel gruppo clinico con diagnosi di Disturbo dello Spettro Autistico senza disabilità intellettiva (ASD) e 13 nel gruppo di controllo a sviluppo tipico (ND). I partecipanti ASD e ND sono stati appaiati per *età anagrafica* e per *quoziente intellettivo* (QI).

3.3 Metodo

La ricerca si è svolta in due sessioni individuali della durata di circa 60 minuti ciascuna: una prima fase di screening, fondamentale per verificare l'idoneità dei partecipanti allo studio e una seconda fase sperimentale, finalizzata ad indagare le ipotesi e gli obiettivi del disegno di ricerca. I materiali utilizzati in questo studio sono prove standardizzate, prove standardizzate adattate al contesto o strutturate ad hoc, di cui seguirà una descrizione accurata.

3.3.1 Fase di screening

Nella fase di screening, sono state somministrate, sia al campione clinico che al campione di controllo a sviluppo tipico, prove matematiche, di ragionamento visuo-spaziale e lessicale, con l'obiettivo di valutarne il funzionamento cognitivo e gli apprendimenti.

Le capacità cognitive sono state misurate con la *Wechsler Intelligent Scale for Children*, WISC-IV (Wechsler, 2012), uno dei principali strumenti per valutare l'intelligenza in bambini e adolescenti.

Il protocollo è articolato in 15 subtest, suddivisi in due categorie: subtest principali e subtest ausiliari. I punteggi derivanti dalla somministrazione dei primi, consentono di ottenere il QI totale, mentre i punteggi ottenuti dai secondi, permettono di avere una descrizione più ampia del funzionamento cognitivo, utile per gli approfondimenti di tipo clinico.

Dalle diverse combinazioni dei punteggi dei subtest, è possibile calcolare quattro indici, afferenti ad altrettante aree cognitive:

- *Indice di Comprensione Verbale* (ICV), dato dalla somma dei punteggi ponderati dei test “Somiglianze”, “Vocabolario” e “Comprensione”;
- *Indice di Ragionamento Percettivo* (IPR), dato dalla somma dei punteggi ponderati dei test “Disegno con Cubi”, “Concetti illustrati” e “Ragionamento con le matrici”;
- *Indice di Memoria di Lavoro* (IML), dato dalla somma dei punteggi ponderati dei test “Memoria di cifre” e “Riordinamento di lettere e numeri”;
- *Indice di Velocità di Elaborazione* (IVE), dato dalla somma dei punteggi ponderati dei test “Cifrario” e “Ricerca di simboli”.

Durante la fase di screening, per valutare la possibilità di inclusione di ogni singolo partecipante nel campione, sono state somministrate soltanto due prove, nello specifico “*Disegno con Cubi*” e “*Vocabolario*”, che ci hanno permesso, attraverso la somma dei punteggi ponderati, di calcolare il QI Totale in forma breve.

Disegno con Cubi

Il subtest “Disegno con Cubi” (DC), composto da 14 item, valuta le capacità di ragionamento non-verbale e offre una misura delle abilità di analisi e sintesi di stimoli visivi astratti, di processi di percezione, di manipolazione e di organizzazione di informazioni e relazioni visuo-spaziali, di abilità di integrazione e coordinazione visuo-motoria e di ragionamento e pianificazione di dati visuo-percettivi.

La prova consiste nel riprodurre figure bidimensionali, rappresentate sul libretto degli stimoli, di difficoltà crescente, utilizzando due, quattro o nove piccoli cubi, ognuno di dimensione 2,5 cm per lato, con facce uguali due a due: bianche, rosse, metà bianche e metà rosse (Figura 3.1).



Figura 3.1 Cubi della prova “Disegno con Cubi” (Wechsler, 2012).

L’esaminatore, prima dello svolgimento della prova, dà le istruzioni, funge da modello per un item di esempio e infine somministra l’item di partenza, che varia in base all’età del bambino/ragazzo, se il soggetto ha 6-7 anni, si inizia dall’item 1, se invece ha 8-16 anni, come nel caso del nostro studio, si inizia dall’item 3 (Figura 3.2).

Durante lo svolgimento delle prove, il somministratore cronometra il tempo che ogni esaminato impiega per risolvere l’item, assegna i punteggi e interrompe la somministrazione dopo tre punteggi consecutivi di 0 (*criterio di interruzione*) o se il partecipante non dovesse conseguire un punteggio pieno in uno dei primi due item, deve riproporre in ordine inverso la somministrazione degli item precedenti fino a quando l’esaminato non ottiene due punteggi pieni consecutivi (*criterio di inversione*).

Nei primi tre item può essere assegnato un punteggio da 0 a 2, dove 0 indica il fallimento nella prova, 1 la difficoltà nel risolverla al primo tentativo e 2 il successo nello svolgimento; agli item 4-8 può essere assegnato un punteggio di 0 o di 4 nel caso in cui il partecipante riesca a risolvere la prova nei limiti di tempo indicati nel protocollo di scoring; agli item 9-14, oltre al punteggio 0, può essere attribuito un punteggio da 4 a 7 a seconda della velocità di esecuzione nella risoluzione dell’item.

Ad ogni item è stato assegnato un limite di tempo, che permette di stabilire la validità della prova e i relativi punti. Il punteggio grezzo massimo che si può ottenere è di 68 punti, da convertire poi in punteggio ponderato attraverso la tabella di trasformazione dei punteggi, sulla base della taratura italiana (Orsini et al., 2012).

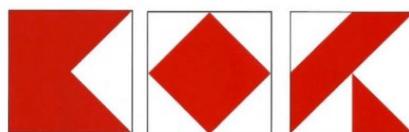


Figura 3.2 Esempi di item della prova “Disegno con cubi” (Wechsler, 2012)

Vocabolario

Il subtest “Vocabolario” (VC), composto da 36 item, 4 figurativi e 32 verbali, di difficoltà crescente, ha l’obiettivo di valutare nei partecipanti la conoscenza, la ricchezza lessicale e la capacità di costruzione dei concetti verbali.

Anche in questo test, la differenziazione dell’item di partenza è data dall’età dell’esaminato: 6-8 anni, si inizia dall’item 5; 9-11 anni dall’item 7; 12-16 anni dall’item 9.

La prova prende il via dopo che il somministratore ha fornito le istruzioni utili per lo svolgimento.

Agli item figurativi 1-4, presentati come immagini sul libro degli stimoli, si può assegnare il punteggio 0 per risposte marginali, generiche, funzionali, gestuali, personalizzate o per mancata risposta, e il punteggio di 1 in caso di risposta corretta, mentre agli item verbali 5-36, proposti sul libro degli stimoli con parole scritte, può essere attribuito un punteggio uguale a 0 per risposte inappropriate, di 1 per risposte corrette, ma che presentano esempi in cui viene utilizzata la parola stessa o definizioni secondarie, e un punteggio di 2 quando la definizione è corretta ed esauriente (Figura 33).

Questo test, come il precedente, rispetta sia il criterio di interruzione, la somministrazione si conclude quando il partecipante consegue cinque punteggi consecutivi uguali a 0, che il criterio di inversione nella presentazione degli item precedenti, e, anche in questo caso, il punteggio grezzo massimo che si può ottenere è 68, punteggio che poi deve essere convertito in punteggio ponderato sulla base dei dati normativi di riferimento.

6. Vocabolario

Punti di inizio:
Età 6-8: Item 5
Età 9-11: Item 7
Età 12-16: Item 9

Somministrazione degli item in ordine inverso:
Età 6-16: Se il bambino non ottiene un punteggio pieno in uno dei punti che item somministrati, somministrare gli item precedenti in ordine inverso fino a quando il bambino ottiene punteggi pieni in due item consecutivi.

Interruzione:
Dopo 5 punteggi consecutivi di 0.

Punteggio:
Item 1-4: 0 o 1 punto
Item 5-36: 0, 1 o 2 punti
Consultare il Manuale di somministrazione e scoring per gli esempi di risposta.

Item	Risposta	Punti
Item composti da figure		
1. Macchina		0 1
2. Fiore		0 1
3. Treno		0 1
4. Secchio		0 1
Item verbali		
*5. Cappello		0 1 2
*6. Ombrello		0 1 2
7. Orologio		0 1 2
8. Mucca		0 1 2
9. Ladro		0 1 2
10. Bicicletta		0 1 2
11. Alfabeto		0 1 2

Figura 3.3 Esempi di item della prova “Vocabolario” (Wechsler, 2012)

Valutazione degli apprendimenti

La valutazione degli apprendimenti ha interessato l'ambito della lettura e della matematica ed è stata effettuata tramite la somministrazione dei seguenti strumenti:

- *DDE-2* (Sartori et al., 2007), batteria rivolta ai partecipanti che frequentano la Scuola Primaria e Secondaria di I grado, consente di valutare le competenze acquisite nella lettura;
- *MT Avanzate-3* (Cornoldi et al., 2017), batteria che ha interessato gli esaminati che frequentano il biennio della Scuola Secondaria di II grado, permette di verificare le difficoltà di lettura;
- *AC-MT-3* (Cornoldi et al., 2020), batteria di prove di calcolo a mente, rivolta ai frequentanti della Scuola Primaria e Secondaria di I grado, permette di valutare le abilità matematiche;
- *MT Avanzate-3* (Cornoldi et al., 2017) batteria di prove di calcolo a mente, rivolta ai frequentanti il biennio della Scuola Secondaria di II grado, permette di individuare le difficoltà matematiche;
- *AC-FL* (Caviola et al., 2016), test per valutare la fluenza delle abilità di calcolo nei partecipanti.

I test di lettura, seppur rivolti a differenti fasce di età, presentano gli stessi criteri di somministrazione della prova e di valutazione degli errori per l'attribuzione del punteggio: l'esaminatore, dopo aver fornito le istruzioni, chiede ai partecipanti di leggere gli item presentati, divisi per colonne, in modo veloce, corretto ed accurato, dà inizio alla prova e attiva il cronometro per registrare i tempi e gli errori commessi, corrispondenti al numero di parole sbagliate, non di lettere sbagliate, di parole omesse o di uso improprio dell'accento e attribuire un punteggio alle autocorrezioni. Questi parametri verranno poi messi a confronto con i dati normativi di riferimento.

Ogni test, nello specifico, è composto da due prove:

- ✓ *Lettura di parole*, prevede la lettura di quattro colonne di parole contenenti una lista di 28 parole ciascuna, di diversa frequenza d'uso, e viene utilizzato per valutare la funzionalità della via lessicale tramite l'accesso diretto alla parola;
- ✓ *Lettura di non-parole*, riguarda la lettura di due colonne per la MT-3 e di tre colonne per la DDE-2, contenenti ciascuna una lista di 28 non-parole, ossia parole che nella lingua italiana non esistono e che sono state inventate per valutare l'efficienza della modalità indiretta di lettura e il livello fonologico.

Anche nelle prove AC-MT-3 e MT-3 la tipologia di somministrazione e i criteri di attribuzione del punteggio sono identici, nonostante le diverse fasce di età. Il punteggio positivo si ottiene soltanto se viene rispettato il limite di tempo stabilito, altrimenti è da considerarsi nullo. Il punteggio grezzo massimo di ogni bambino/ragazzo può variare a seconda della prova presentata per età e può essere di 12, 18 o 27 punti, da convertire poi in punteggio ponderato.

I partecipanti sono chiamati a risolvere delle operazioni di calcolo a mente, il numero varia in relazione all'età, enunciate una alla volta, in cui il tempo di realizzazione viene cronometrato a partire dalla fine del pronunciamento dell'item stesso, e viene fermato quando l'esaminato dà la sua risposta.

Sia nei test DDE-2 che nei test AC-MT-3 e MT-3 per il calcolo dei punteggi z (Figura 3.4) viene utilizzata la formula che permette di confrontare i dati del partecipante con quelli del campione di riferimento riportati nelle norme.

Tempi del soggetto – X (media del campione di riferimento)
DS (deviazione standard del campione di riferimento)

Figura 3.4 Formula per il calcolo dei Punti z

Un altro test di valutazione ha riguardato le abilità di fluenza del calcolo (AC-FL), uno strumento ideato con lo scopo di valutare il livello di velocità e di accuratezza nell'esecuzione di calcoli numerici e aritmetici complessi, nei bambini della Scuola Primaria e Secondaria di I e II grado.

Le prove AC-FL sono strutturate in tre protocolli, ciascuno dei quali presenta 24 operazioni già in colonna: nel primo 24 addizioni con e senza la procedura di riporto, nel secondo 24 sottrazioni con e senza prestito e nel terzo 24 moltiplicazioni a una o a due cifre (Figura 3.5). Per ogni protocollo il partecipante dispone di 2 minuti di tempo, la durata massima della prova è di 6 minuti. Lo scoring prevede l'assegnazione di 1 punto per ogni operazione svolta correttamente e 0 punti per operazioni sbagliate o tralasciate. Il punteggio grezzo finale è dato dal numero di operazioni eseguite correttamente per ciascun protocollo.

Come per i test precedenti, il somministratore dà le istruzioni ai partecipanti perché affrontino correttamente i protocolli: consiglia di procedere riga per riga, seguendo un ordine orizzontale da sinistra verso destra, tralasciando le operazioni considerate difficili e, essendo una prova a tempo, raccomanda di svolgere più operazioni possibili entro i minuti a disposizione.

84 +	29 +	50 +	46 +
10 =	86 =	17 =	67 =
29 -	88 -	90 -	54 -
11 =	9 =	20 =	18 =
23 x	15 x	43 x	34 x
2 =	5 =	3 =	7 =

Figura 3.5 Esempi di item nelle prove di fluenza del calcolo AC-FL (Caviola et al., 2016)

I questionari compilati dai genitori: Sintomatologia autistica

In questa prima fase della ricerca, sono stati coinvolti anche i genitori, ai quali è stato chiesto di compilare i seguenti questionari:

- Il *questionario anamnestico*, utile per raccogliere informazioni sullo sviluppo evolutivo, dalla nascita fino al momento della partecipazione alla ricerca;
- Il *Social Responsiveness Scale*, SRS-2 (Costantino et al., 2021), per individuare le abilità sociali;
- L'*Autism Diagnostic Interview-Revised*, ADI-R (Rutter et al., 2005), finalizzata ad ottenere notizie utili per la valutazione dei sintomi del Disturbo dello Spettro Autistico.

L'attenzione ha interessato in modo specifico i test SRS-2 e ADI-R.

L'*SRS-2*: è uno strumento di 65 item, volto ad indagare la presenza di sintomi e comportamenti, perlopiù associati all'autismo, in soggetti dai 2 anni e 6 mesi fino all'età adulta.

In età prescolare e scolare, la compilazione può essere svolta dai genitori e/o dagli insegnanti, mentre in età adulta, dai coniugi, dai parenti, dagli amici o dall'adulto stesso, a partire dai 19 anni.

Il test, formulato sulla base dei criteri diagnostici del DSM-5 (APA, 2013), fornisce informazioni, per poter poi strutturare interventi specifici mirati, su cinque aree sintomatologiche: *Consapevolezza sociale* (AWR), capacità di saper cogliere gli indizi sociali; *Cognizione sociale* (COG), abilità di interpretare gli indizi sociali; *Comunicazione sociale* (COM), competenza di comunicare con l'altro; *Motivazione sociale* (MOT), attitudine con cui il soggetto è motivato ad impegnarsi socialmente;

Interessi limitati e comportamento ripetitivo (RBB), comportamenti stereotipati o interessi ristretti e ripetitivi, caratteristici dei soggetti con autismo.

L'ADI-R: è un protocollo di intervista, adattato a 41 item, utilizzato per ottenere quante più informazioni possibili riguardo alla diagnosi e alla valutazione dei Disturbi dello Spettro Autistico. Attraverso il questionario sono state raccolte informazioni sul percorso di sviluppo e di comportamento di soggetti, con età mentale superiore ai 2 anni, che di rado possono essere riscontrare in soggetti ND.

I dati raccolti sono afferenti a 4 macro-aree, nello specifico: *Interazione sociale reciproca*; *Anomalie nella comunicazione*; *Comportamenti ristretti e ripetitivi*; *Anomalie dello sviluppo evidenti prima dei 36 mesi*.

La versione proposta è strutturata in 41 item, a scelta multipla, con 3 o 4 opzioni di risposta, ad ognuna delle quali è stato attribuito un punteggio compreso tra 0 e 2.

Ognuna delle 4 macro-aree disponeva di un punteggio cut-off, rispettivamente di 10, 8, 3, 1.

I risultati di questi test hanno permesso di beneficiare di un quadro, quanto più possibile completo, del vissuto emotivo e sociale di ogni partecipante.

3.3.2 Fase sperimentale

Nella prima parte della fase sperimentale sono state somministrate altre due prove della WISC-IV, *Memoria di Cifre* e *Riordinamento di lettere e numeri*, dalla somma dei due punteggi ponderati è stato fatto derivare *l'Indice di Memoria di Lavoro (IML)*:

Memoria di lavoro

Memoria di cifre

Il subtest *Memoria di cifre* indica l'ampiezza dello span di memoria uditiva a breve termine, l'efficienza della memoria di lavoro, le capacità di attenzione e di concentrazione, la capacità di visualizzazione mentale della serie di informazioni fornite. È strutturato in due segmenti: *Memoria diretta di cifre* e *Memoria inversa di cifre*.

L'esaminatore legge una serie di cifre, da due a otto, al ritmo di un secondo, abbassando l'inflessione della voce sull'ultima cifra della serie, l'esaminato nella prima prova deve ripetere l'esatta sequenza presentata, mentre nella seconda deve ripetere le cifre in ordine inverso rispetto a quello pronunciato. Si assegna 1 punto alle risposte corrette e 0 punti alle risposte sbagliate o alle non risposte, poi si sommano i punteggi ottenuti. Il punteggio grezzo totale,

massimo 32 punti, è la somma dei punteggi delle due prove che andrà poi convertita in punteggio ponderato.

Nel protocollo di questo subtest è indagato anche lo *span di memoria*, nello specifico lo *span della Memoria diretta di cifre (SD)* e lo *span della Memoria inversa di cifre (SI)*, che si ottiene dal numero di cifre della sequenza più lunga ripetuta correttamente (Figura 3.6).

3. Memoria di cifre							
Punti di inizio: Età 6-16 Diretta: Item 1 Inversa: Esempio, poi item 1		Interruzione: Diretta: Dopo un punteggio di 0 in entrambe le prove di un item. Inversa: Dopo un punteggio di 0 in entrambe le prove di un item.		Punteggio: 0 o 1 punto per ogni prova MD e MI Punteggio grezzo totale rispettivamente per Memoria di cifre diretta e memoria di cifre inversa SD e SI Numero di cifre richiamate correttamente nell'ultima prova in cui il bambino ha ottenuto 1 punto, rispettivamente per Memoria di cifre diretta e memoria di cifre inversa.			
DIRETTA Prova	Risposta	Punti prova	Punti item	INVERSA Prova	Risposta	Punti prova	Punti item
				6-16	Esempio	8-2 5-6	
1. 2-9 4-6	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	1. 2-1 1-3	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
2. 3-8-6 6-1-2	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	2. 3-5 6-4	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
3. 3-4-1-7 6-1-5-8	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	3. 5-7-4 2-5-9	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
4. 8-4-2-3-9 5-2-1-8-6	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	4. 7-2-9-6 8-4-9-3	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
5. 3-8-9-1-7-4 7-9-6-4-8-3	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	5. 4-1-3-5-7 9-7-8-5-2	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
6. 5-1-7-4-2-3-8 9-8-5-2-1-6-3	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	6. 1-6-5-2-9-8 3-6-7-1-9-4	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
7. 1-8-4-5-9-7-6-3 2-9-7-6-3-1-5-4	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	7. 8-5-9-2-3-4-6 4-5-7-9-2-8-1	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
8. 5-3-8-7-1-2-4-6-9 4-2-6-9-1-7-8-3-5	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2	8. 6-9-1-7-3-2-5-8 3-1-7-9-5-4-8-2	0 1 0 1	0 1 2	0 1 2
SD Max = 9		Memoria in avanti (MD) Punteggio grezzo totale (Massimo = 16)		SI Max = 8		Memoria all'indietro (MI) Punteggio grezzo totale (Massimo = 16)	
Punteggio grezzo totale (Massimo = 32)							

Figura 3.6 Foglio di scoring del subtest Memoria di cifre della WISC-IV (Wechsler, 2012)

Riordinamento di lettere e numeri

Il subtest “*Riordinamento di lettere e numeri*” (LN) offre una valutazione del livello di operatività cognitiva all’interno dello span di memoria a breve termine (memoria di lavoro); dell’ampiezza dello span di memoria a breve termine; della capacità di visualizzazione mentale della serie di dati forniti; della capacità di attenzione e di concentrazione.

Al soggetto esaminato vengono lette delle serie progressivamente più lunghe di lettere e numeri fra loro mescolati e poi gli viene chiesto di ripetere la sequenza di numeri e di lettere rispettivamente in ordine crescente e in ordine alfabetico, es. item 6: “D-8-M-1” risposta corretta: “1-8-D-M” (Figura 3.7).

Ogni item è composto da tre prove, a cui viene assegnato il punteggio 0 per una ripetizione errata, 1 per una ripetizione corretta della sequenza. La somministrazione si interrompe dopo il punteggio 0 in tutte e tre le prove di un item. Il punteggio dell'item è dato dalla somma dei punteggi delle singole prove, per cui per ogni item il soggetto può ottenere fino a 3 punti. Il punteggio grezzo massimo del subtest è di 30 punti, da convertire poi in punteggio ponderato.

7. Riordinamento di lettere e numeri

Punti di inizio: 6-7 (non di ammissione). Item di esempio per item 1. È il 5° item di esempio per item 7.

Interruzione: Se il bambino non è in grado di rispondere correttamente ad uno degli voci di ammissione, o se per punteggio di 0 punti in tutte e tre le prove di un item.

Punteggio: 0 o 1 punto per ogni prova.

Item di ammissione	Risposta corretta	Corretta
Contare	Il bambino conta fino a tre.	S N
Alfabeto	Il bambino recita correttamente l'alfabeto fino alla lettera C.	S N

Item	Prova	Risposte corrette	Risposta	Punti prova	Punti item
5.	1. A-2	2-A	A-2	0 1	
	2. B-3	3-B	B-3		
	3. A-3	3-A	A-3		
Se il bambino risponde A-1, avvertirlo immediatamente secondo le istruzioni del manuale.					
1.	1. B-1	1-B	B-1	0 1	0 1 2 3
	2. C-2	2-C	C-2	0 1	
	3. C-4	4-C	C-4	0 1	
2.	1. C-4	4-C	C-4	0 1	0 1 2 3
	2. S-E	5-E	E-5		
	3. D-3	3-D	D-3		
3.	1. B-1-2	1-2-B	B-1-2	0 1	0 1 2 3
	2. 1-3-C	1-3-C	C-1-3		
	3. 2-A-3	2-3-A	A-2-3		
4.	1. D-2-9	2-9-D	D-2-9	0 1	0 1 2 3
	2. B-5-8	5-8-B	B-8-5		
	Se il bambino risponde S-3-6 o 3-3-5, dire: "Ricordati di dire la lettera in ordine".				
3.	1. H-9-M	9-H-M	H-M-9	0 1	0 1
	1. S-E-2	2-3-E	E-2-3		
	Se il bambino risponde 3-2-3 o E-3-2, dire: "Ricordati di dire i numeri in ordine".				
5.	1. 9-1-4	4-9-1	1-4-9	0 1	0 1 2 3
	3. B-5-F	5-B-F	B-F-5		
	1. 1-C-3-1	1-3-C-1	C-1-1-3		
6.	1. 5-A-2-B	2-3-A-B	A-B-2-5	0 1	0 1 2 3
	3. D-B-M-1	1-8-D-M	D-M-1-8		
	1. 1-B-3-G-7	1-3-7-B-G	B-G-1-3-7		
7.	1. 9-V-1-T-7	1-7-9-T-V	T-V-1-7-9	0 1	0 1 2 3
	3. P-3-1-1-M	1-3-1-M-P	1-M-P-1-3		
	1. 1-D-4-E-9-G	1-4-9-D-E-G	D-E-G-1-4-9		
8.	1. H-3-B-4-F-8	3-4-8-B-F-H	B-F-H-3-4-8	0 1	0 1 2 3
	3. 7-Q-6-M-3-2	3-6-7-M-Q-2	M-Q-2-3-6-7		
	1. 5-3-D-4-V-1-G	1-3-4-G-D-5-V	G-D-5-V-1-3-4		
9.	1. 7-5-9-D-1-T-6	1-6-7-9-D-5-T	D-5-T-1-6-7-9	0 1	0 1 2 3
	3. L-2-1-6-Q-3-G	2-3-6-G-1-L-Q	G-1-L-Q-2-3-6		
	1. 4-B-8-E-1-M-7-H	1-4-7-8-B-H-M-E	B-H-M-E-1-4-7-8		
10.	1. 1-2-U-8-A-5-C-4	2-4-5-8-A-C-1-U	A-C-1-U-2-4-5-8	0 1	0 1 2 3
	3. 6-L-1-Z-5-H-2-T	1-2-5-6-H-L-T-Z	H-L-T-Z-1-2-5-6		
	Punteggio grezzo totale (massimo = 30)				

Figura 3.7 Foglio di scoring del subtest Riordinamento di lettere e numeri della WISC-IV (Wechsler, 2012)

Prova di matematica

I partecipanti hanno davanti a sé uno schermo grigio, al centro del quale vengono presentate in maniera alternata delle operazioni: addizioni (in nero) e sottrazioni (in blu), metà delle quali con riporto. I ragazzi dispongono di 20 secondi di tempo per ogni risposta e la durata max del compito è di 5 minuti. I ragazzi dovranno rispondere nel modo più veloce ed accurato possibile.

Prima e dopo il compito di matematica, i partecipanti vengono sottoposti a due questionari self-report per valutare la loro esperienza soggettiva in anticipazione e durante lo svolgimento del compito: il *Self-Assessment Manikin Scale* (Bradley & Lang, 1994) e il *Questionario Pensieri e Preoccupazioni* (Lievore et al., 2024; Mammarella et al., 2023), descritti in seguito.

Esperienza soggettiva: Aspetti emotivi

Il Self-Assessment Manikin Scale, SAM (Bradley & Lang, 1994) è un questionario non-verbale, ad immagini, che nasce per superare alcune limitazioni presenti nella maggior parte dei questionari, tra cui la difficoltà di traduzione nella lingua del Paese in cui lo si vuole utilizzare e l'impossibilità di svolgimento da parte di bambini che non sanno leggere o di individui con Disturbi del linguaggio (Figura 3.8).

Il SAM è una scala di valori espressa in immagini, nello specifico dei manichini, utilizzata per catturare le reazioni emotive dei partecipanti riguardo tre dimensioni affettive: la valenza, l'arousal e la dominanza, in risposta all'esposizione ad un oggetto o ad un evento, come un'immagine.

Il range di risposta va da 1 a 9, e il soggetto deve porre una X sul numero che meglio rappresenta il suo stato emotivo in quel preciso momento.

Indubbiamente è uno strumento ottimale per la misurazione delle variazioni nelle risposte alle tre aree, a distanza di poco tempo.

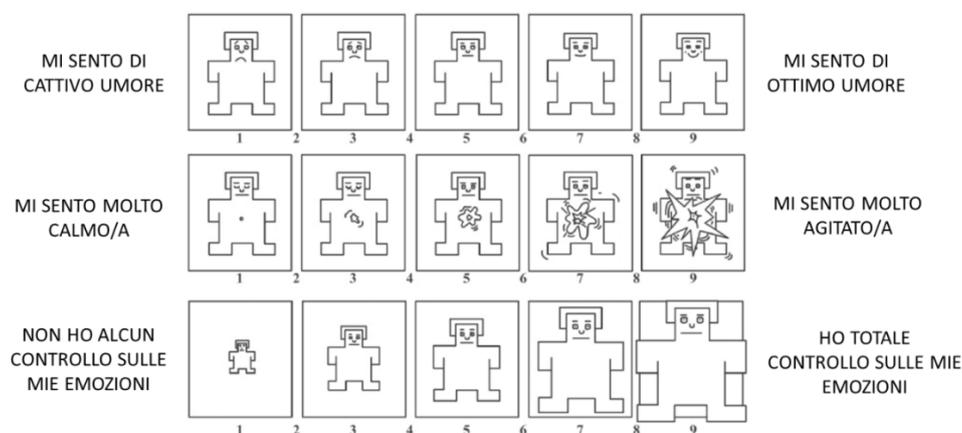


Figura 3.8 Questionario SAM (Bradley & Lang, 1994)

Esperienza soggettiva: Aspetti cognitivi

Il Questionario Pensieri e Preoccupazioni pre-post (Lievore et al., 2024; Mammarella et al., 2023) è stato utilizzato per indagare i pensieri e le preoccupazioni dei partecipanti riguardo ai compiti di matematica, prima e dopo lo svolgimento.

Il protocollo è costituito da 16 item, di cui i primi 8 sono stati presentati pre-svolgimento (Figura 3.9) mentre i restanti 8 post-svolgimento (Figura 3.10). Le domande indagano due diverse aree: la percezione di competenza (item 1-4) e le preoccupazioni (item 5-8) Il partecipante dovrà rispondere attraverso una scala Likert a 4 punti ponendo una X nella casella corrispondente alla sua auto-valutazione: *per niente* (1), *poco* (2), *abbastanza* (3) e *molto* (4).

N	Affermazioni	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
1	Penso che andrò bene in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
2	Penso che otterrò un buon risultato in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
3	Sono preoccupato/a per la prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
4	Sono preoccupato/a di andare male in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
5	Penso di poter svolgere questa prova meglio degli altri ragazzi	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
6	Penso che sarò migliore di altri nello svolgere questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
7	Mi preoccupa il giudizio degli altri in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
8	Mi preoccupa che i miei risultati in questa prova vengano confrontati con quelli di altri ragazzi della mia età	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO

Figura 3.9 PRE-Svolgimento (Mammarella et al., 2023)

N	Affermazioni	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
1	Penso di essere andato bene in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
2	Penso che aver ottenuto un buon risultato in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
3	Sono preoccupato/a di come ho svolto la prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
4	Sono preoccupato/a di essere andato male in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
5	Penso di aver svolto questa prova meglio degli altri ragazzi	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
6	Penso di essere stato migliore di altri nello svolgere questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
7	Mi preoccupa il giudizio degli altri in questa prova	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO
8	Mi preoccupa che i miei risultati in questa prova vengano confrontati con quelli di altri ragazzi della mia età	PER NIENTE	POCO	ABBASTANZA	MOLTO

Figura 3.10 POST-Svolgimento (Mammarella et al., 2023)

Ansia per la matematica di tratto

L'*AMAS - Abbreviated Math Anxiety Scale* (Hopko et al., 2003), è un questionario che indaga il livello di paura e i sentimenti negativi che il soggetto prova nei confronti della matematica (Figura 3.11). È strutturato su 9 item, suddivisi in due sottoscale, strettamente correlate tra loro, che indagano *l'ansia da apprendimento della matematica* (MLA) e *l'ansia da test matematici* (MTA), ed è costituito da 9 item ai quali il partecipante può rispondere attraverso una scala Likert a cinque punti: 1= “Molto poca”; 2= “Poca”; 3= “Moderata”, 4= “Abbastanza”, 5= “Molta”.

SITUAZIONE	GRADO DI PAURA				
	MOLTO POCA	POCA	MODERATA	ABBASTANZA	MOLTA
Usare gli schemi e le tabelline riportate in fondo al libro di matematica					
Pensare alla verifica scritta di matematica che dovrai fare domani					

Figura 3.11 Esempi di item del questionario AMAS (Hopko et al., 2003)

3.4 Procedura

La ricerca si è svolta nel corso dell'anno accademico 2023-2024 presso il Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione (DPSS) dell'Università degli Studi di Padova.

I partecipanti appartenenti al campione di controllo sono stati reclutati attraverso contatti personali e presso il Liceo Scientifico Statale "Enrico Fermi" di Padova, grazie alla disponibilità della Dirigente scolastica, mentre i ragazzi del gruppo ASD sono stati reclutati grazie alla collaborazione delle Dott.sse Marta Andreetta e Rachele Lievore, impegnate nell'ambito dei Disturbi del neurosviluppo.

Il progetto è stato condiviso con le famiglie tramite il consenso informato, che ha permesso loro di dare l'autorizzazione alla partecipazione dei propri figli minorenni, nonché di conoscere il disegno di ricerca, le sue finalità, le modalità di somministrazione di questionari e prove, la raccolta dei risultati e il trattamento dei dati personali.

Per garantire la privacy e l'anonimato dei partecipanti (Regolamento Europeo UE 2016/679), ad ognuno è stato assegnato un codice alfanumerico, di cui sono a conoscenza soltanto gli operatori coinvolti nello studio, composto dalle iniziali del nome e del cognome della laureanda e da un numero progressivo (es. CF01).

La raccolta dati è durata otto mesi, da dicembre 2023 a luglio 2024 e si è svolta in due sessioni individuali della durata di circa un'ora ciascuna.

A causa di esigenze diverse, la somministrazione delle prove di screening è avvenuta presso il domicilio dei partecipanti, mentre le prove sperimentali si sono svolte presso uno dei laboratori del Dipartimento.

CAPITOLO 4

Analisi dei risultati

Attraverso il programma statistico JASP (The JASP team, 2018) sono stati esaminati attentamente i dati delle fasi di screening e sperimentale, i cui risultati verranno presentati in questo capitolo.

Per quanto riguarda la fase di screening, è stato utilizzato il T-test per campioni indipendenti per valutare le eventuali differenze tra gruppi (ASD, ND) per età, QI breve, prove di verifica degli apprendimenti di lettura e calcolo, questionari *Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R; Rutter et al., 2005) e *Social Responsiveness Scale* (SRS-2; Costantino et al., 2021), così da verificare il corretto appaiamento tra i due campioni oggetti di studio.

Per la fase sperimentale, è stato utilizzato il T-test per campioni indipendenti per esaminare le eventuali differenze tra gruppi nella memoria di lavoro (valutata tramite la Memoria di Cifre e il Riordinamento di lettere e numeri della WISC-IV; Wechsler, 2012), la prestazione nel compito di matematica e i livelli di ansia per la matematica (*Abbreviated Math Anxiety Scale*, AMAS; Hopko et al., 2003). Inoltre, è stata utilizzata l'analisi ANOVA a misure ripetute per verificare l'effetto di tempo e gruppo per le variabili emotive (arousal) e cognitive (percezione di competenza, preoccupazioni) associate alla prova di matematica. Questi aspetti sono stati valutati attraverso l'utilizzo dei questionari *Self Assessment Manikin Scale* (SAM; Bradley e Lang, 1994) e del Questionario pensieri e preoccupazioni (Lievore et al., 2024; Mammarella et al., 2023) somministrati in anticipazione e dopo lo svolgimento della prova di matematica. Infine, vengono riportate le correlazioni tra memoria di lavoro, prestazione matematica e ansia per la matematica, calcolate nel campione totale.

4.1 Fase di screening

Le prove Disegno con Cubi (Wechsler, 2012), Vocabolario (Wechsler, 2012), DDE-2 (Sartori et al., 2007), MT Avanzate-3 (Cornoldi et al., 2017), AC-MT-3 (Cornoldi et al., 2020), MT Avanzate-3 (Cornoldi et al., 2017) e AC-FL (Caviola et al., 2016), di cui vengono riportate le statistiche descrittive (Tabella 4.1), hanno permesso di confermare per il gruppo clinico la

diagnosi di ASD senza disabilità intellettiva, escludendo eventuali comorbidità, e per il gruppo di controllo lo sviluppo tipico.

4.1.1 Subtest del quoziente intellettivo in forma breve

Attraverso lo svolgimento di prove preliminari di screening, Disegno con Cubi e Vocabolario, è stato appurato che tutti i soggetti avessero un QI breve nella norma, ≥ 80 , conditio sine qua non per prendere parte alla ricerca. Le analisi hanno confermato l'appaiamento dei partecipanti, non evidenziando differenze significative ($t=-1.40$, $p=0.18$, $d=-0.20$), e ha presentato un punteggio minore di QI breve, seppur non statisticamente significativo, tra il gruppo ASD ($M=105$, $SD=19.28$) e il gruppo ND ($M=108.46$, $SD=16.54$).

4.1.2 Prove di lettura

Nelle prove di lettura di parole e non-parole dei test DDE-2 e MT Avanzate-3 non sono state riscontrate differenze significative tra i due gruppi, escludendo la dislessia: errori nella lettura di parole ($t=0.30$, $p=0.76$, $d=0.13$); errori nella lettura di non parole ($t=0.65$, $p=0.52$, $d=0.28$); rapidità nella lettura di sillabe al secondo di parole ($t=-0.23$, $p=0.82$, $d=-0.10$); rapidità nella lettura di sillabe al secondo di non-parole ($t=-0.12$, $p=0.91$, $d=0.05$).

4.1.3 Prove per la fluenza delle abilità di calcolo

Nelle prove di calcolo scritte (AC-FL) non sono state evidenziate differenze significative nelle addizioni ($t=-0.48$, $p=0.64$, $d=-0.21$) nelle sottrazioni ($t=-1.31$, $p=0.21$, $d=-0.57$) e nelle moltiplicazioni ($t=-1.41$, $p=0.18$, $d=-0.61$).

4.1.4 Prove di calcolo a Mente

Tra il gruppo clinico e il gruppo di controllo non sono state riscontrate differenze rilevanti neanche nelle prove di Calcolo a Mente AC-MT-3 e MT Avanzate-3 ($t=0.54$, $p=0.60$, $d=-0.23$).

4.1.5 Questionario *Autism Diagnostic Interview-Revised* (ADI-R)

La diagnosi del gruppo clinico è stata confermata dalle significative differenze, osservate attraverso il T-Test per campioni indipendenti, evidenziate dalle sottoscale del questionario ADI-R, compilato dai genitori dei partecipanti. Nello specifico, la scala di interazione sociale (ADI_A) ($t=7.28$, $p<.001$, $d=3.16$), di comunicazione e linguaggio (ADI_B) ($t=5.82$, $p<.001$, $d=2.53$) e dei comportamenti ristretti e ripetitivi (ADI_C) ($t=4.30$, $p<.001$, $d=1.86$).

4.1.6 Questionario *Social Responsiveness Scale (SRS-2)*

Le sottoscale del questionario SRS-2, Social Condition Index ($t=5.64$, $p<.001$, $d=2.45$) e Repetitive and Restricted Behaviors ($t=4.46$, $p<.001$, $d=1.94$) presentano, in linea con le precedenti, discrepanze significative tra i due gruppi, data la presenza di sintomi autistici nel gruppo clinico.

Tabella 4.1 Statistiche descrittive e t test per campioni indipendenti della fase di screening.

Variabili	ASD M (DS)	ND M (DS)	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>	<i>SE Cohen's d</i>
Età in anni	13.115	14.550	-1.402	0.176	-0.608	0.457
QI breve	105.000	108.462	-0.451	0.657	-0.196	0.436
Parole - errori (punto z)	0.261	0.088	0.305	0.764	0.132	0.435
Parole - sill/sec (punto z)	- 0.392	- 0.276	-0.233	0.818	-0.101	0.434
Non parole - errori (punto z)	- 0.257	- 0.475	0.653	0.521	0.283	0.439
Non parole - sill/sec (punto z)	- 0.071	- 0.120	0.117	0.908	0.051	0.434
Fluenze addizioni	15.000	15.923	-0.478	0.638	-0.207	0.436
Fluenze sottrazioni	12.778	16.076	-1.308	0.206	-0.567	0.454
Fluenze moltiplicazioni	7.222	9.538	-1.401	0.177	-0.607	0.457
Fatti aritmetici - accuratezza (punto z)	0.019	0.251	-0.538	0.596	-0.233	0.437
ADI_A	15.556	2.154	7.285	< .001	3.159	0.862
ADI_B	12.778	2.923	5.825	< .001	2.526	0.736
ADI_C	6.778	1.462	4.297	< .001	1.863	0.617
SCI_T	68.000	46.846	5.645	< .001	2.448	0.722
RRB_T	74.444	53.462	4.465	< .001	1.936	0.629

Legenda:

SE: errore standard

Sill/sec: sillabe al secondo

ADI_A: sottoscala interazione sociale del questionario ADI-R

ADI_B: sottoscala comunicazione e linguaggio del questionario ADI-R

ADI_C: sottoscala comportamenti ristretti e ripetitivi del questionario ADI-R

SCI_T: sottoscala Social Condition Index del questionario SRS-2

RRB_T: sottoscala Repetitive and Restricted Behaviors del questionario SRS-2

4.2 Fase sperimentale

Per valutare l'importanza della memoria di lavoro nello svolgimento di compiti di matematica in soggetti con ASD senza disabilità intellettiva, sono stati somministrati: le prove

memoria di cifre e riordinamento lettere e numeri della WISC-IV (Wechsler, 2012), un compito di matematica di calcolo a mente, il Self-Assessment Manikin Scale, SAM (Bradley e Lang, 1994) e il Questionario Pensieri e Preoccupazioni pre-post (Lievore et al., 2024; Mammarella et al., 2023) e il questionario Abbreviated Math Anxiety Scale, AMAS (Hopko et al., 2003).

4.2.1 Indice di memoria di lavoro

La somma dei punteggi ponderati dei subtest delle scale WISC-IV, Memoria di Cifre (MC_PP) e Riordinamento di Lettere e Numeri (LN_PP), di cui vengono riportate le statistiche descrittive (Tabella 4.2), ha permesso di calcolare l'Indice della Memoria di Lavoro (IML), che non è risultato rilevante per l'Independent Samples T-Test, così come lo span della Memoria diretta di cifre (MC_SD) e lo span della Memoria inversa di cifre (MC_SI).

Tabella 4.2 Statistiche descrittive e t test per campioni indipendenti nelle prove di memoria di lavoro (IML).

Variabili	ASD M (DS)	ND M (DS)	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>
IML	97.333	104.154	-0.717	0.481	-0.311
MC (PP)	8.571	10.231	-1.0899	0.290	-0.511
MC_SD (max 9)	5.714	6.231	-0.857	0.403	-0.402
MC_SI (max 8)	4.429	5.000	-0.765	0.454	-0.359
LN (PP)	7.857	11.154	-1.827	0.084	-0.857

Legenda:

IML: Indice Memoria di Lavoro

MC (PP): punteggio ponderato prova Memoria di Cifre

MC_SD: span della Memoria diretta di Cifre

MC_SI: span della Memoria inversa di Cifre

LN (PP): punteggio ponderato alla prova Riordinamento Lettere e Numeri

4.2.2. Compito di matematica

Il Math task, strutturato con addizioni e sottrazioni e valutato per correttezza e tempi di reazione. La performance non presenta differenze significative tra i due gruppi (Tabella 4.3), seppur inferiore per i ragazzi ASD. Nelle statistiche descrittive i partecipanti del campione

clinico (M=0.72, SD=0.23) presentato una più ampia variabilità nella prestazione rispetto a quelli del campione di controllo (M=0.84, SD=0.09) (Tabella 4.4).

Tabella 4.3 Statistiche descrittive e t test per campioni indipendenti nel compito di matematica.

Variabile	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>	<i>SE Cohen's d</i>
Accuratezza	-1.629	20	0.119	-0.706	0.464

4.2.3 Aspetti emotivi: arousal

Il SAM, somministrato ai partecipanti nelle fasi pre e post compito, ha valutato la valenza emotiva, l'arousal e la dominanza, anche se per le statistiche descrittive è stata presa in considerazione soltanto la variabile dell'arousal

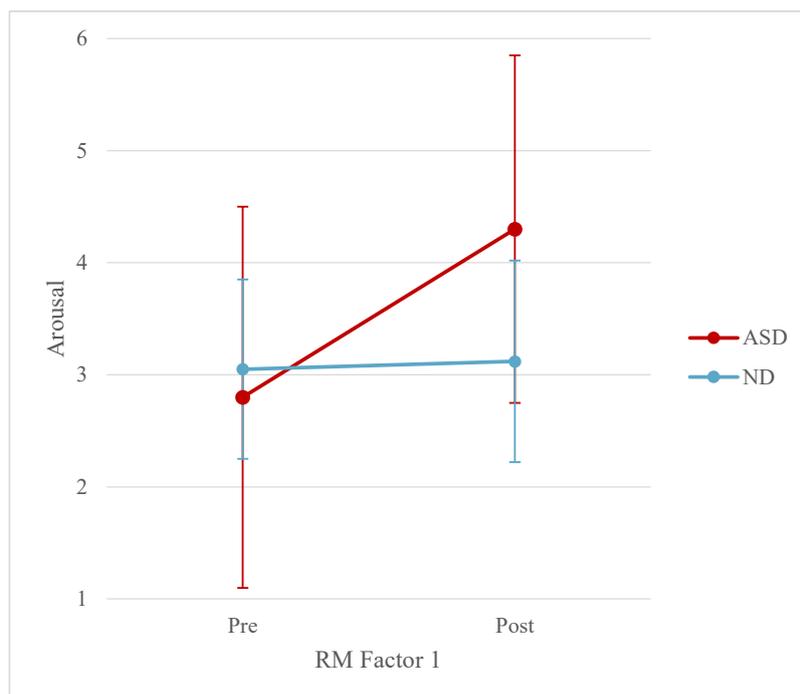
I punteggi dell'arousal nella fase pre-compito del gruppo ASD (M=2.75, SD=1.67) sono inferiori rispetto al campione ND (M=3.08, SD=1.60), mentre nella fase post compito il livello di agitazione è aumentato nel gruppo ASD (M=4.37, SD=2.56) rispetto a quello dei ragazzi a sviluppo tipico (M=3.31, SD=1.18) (Tabella 4.6).

L' ANOVA a misure ripetute ha permesso di valutare l'effetto *within subjects*, con cui è stato possibile considerare se lo svolgimento del questionario nel pre e post compito ha influito sul punteggio, le *correlazioni* tra i fattori tempo e gruppo rispetto all'arousal (Tabella 4.7) e l'effetto *between subjects*, per verificare quanto l'appartenenza ad un campione specifico possa determinare i risultati (Tabella 4.8).

Tabella 4.4 Analisi ANOVA a misure ripetute per l'arousal riportato prima e dopo la prova di matematica.

Fattori	F (1,19)	p
Fase	3.943	0.062
Gruppo	6.358	0.567
Fase x gruppo	2.226	0.152

Figura 4.1 Livelli di arousal divisi per gruppo (ASD, ND).



4.2.4 Aspetti cognitivi: percezione di competenza e preoccupazioni

Le statistiche descrittive e i dati risultanti dall'ANoVA a misure ripetute sul Questionario su pensieri e preoccupazioni strutturato ad hoc, hanno permesso di conoscere i pensieri e le preoccupazioni vissute dai partecipanti nelle fasi pre e post compito di matematica. Nello specifico sono stati valutati percezione di competenza e confronto sociale per quanto concerne i pensieri, e preoccupazione per la prestazione e giudizio sociale per quanto riguarda le preoccupazioni.

Percezione di competenza pre-compito: il campione ASD ha riportato punteggi più alti ($M=10.00$, $SD=1.19$) rispetto al campione ND ($M=8.69$, $SD=1.44$).

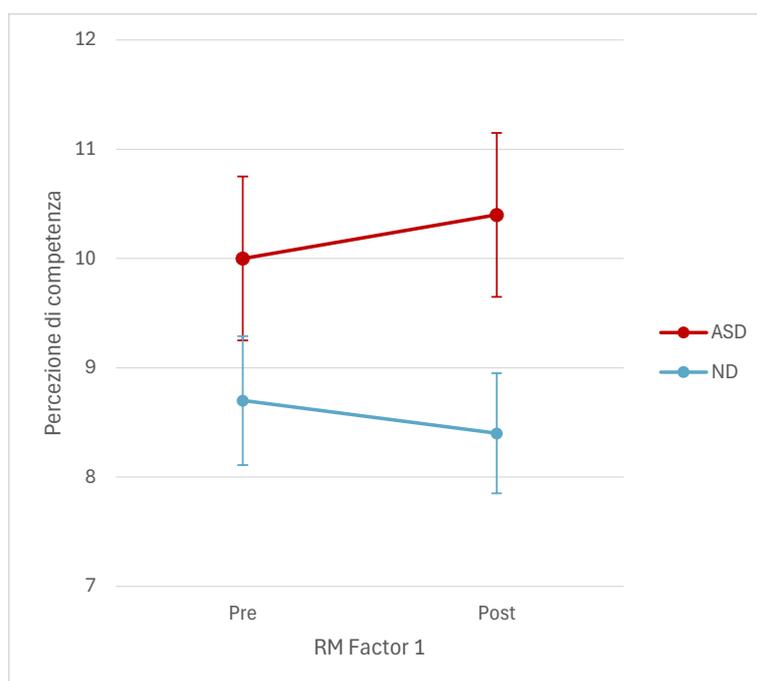
Percezione di competenza post compito: il gruppo ASD ha ottenuto punteggi maggiori ($M=10.37$, $SD=1.06$) rispetto al campione ND ($M=8.38$, $SD=1.26$).

I gruppi, nelle due fasi, presentano un differente andamento dei punteggi, i partecipanti ASD si sentono più competenti, pertanto il loro punteggio nel post compito aumenta, mentre i ragazzi ND si avvertono meno capaci, per cui il loro punteggio diminuisce (Tabella 4.10).

Tabella 4.5 Analisi ANOVA a misure ripetute per la percezione di competenza riportata prima e dopo la prova di matematica.

Fattori	F(1,19)	p
Fase	0.016	0.901
Gruppo	10.574	0.004
Fase x gruppo	1.646	0.215

Figura 4.2 Livelli di percezione di competenza divisi per gruppo (ASD, ND).



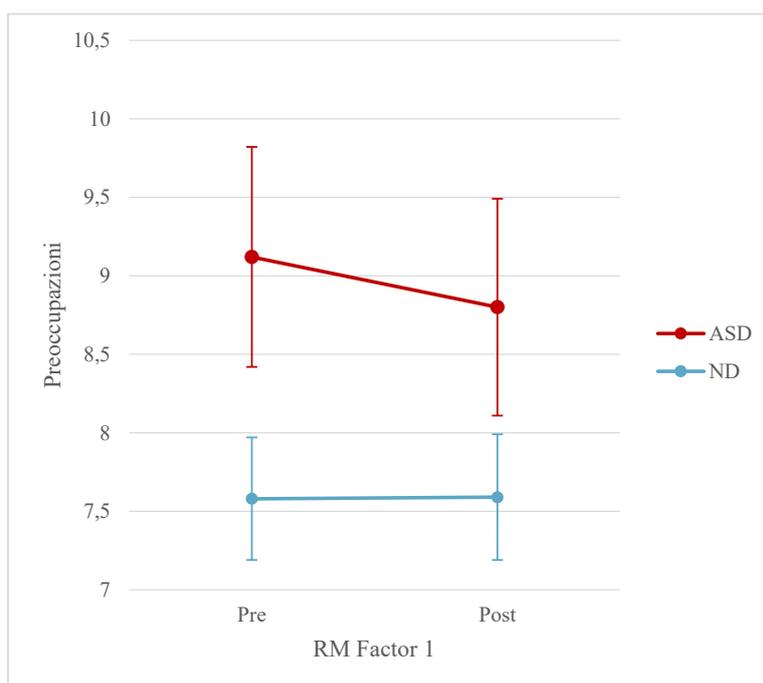
Preoccupazione per la prestazione pre-compito: il campione ASD ($M=9.12$, $SD=1.64$) presenta punteggi più alti rispetto al gruppo ND ($M=7.61$, $SD=1.89$).

Preoccupazione per la prestazione post compito: si nota una diminuzione della preoccupazione nel gruppo ASD ($M=8.75$, $SD=1.49$), a differenza del gruppo ND ($M=7.61$, $SD=2.02$) che rimane invariato tra le fasi, seppur con importante variabilità rispetto al punteggio medio (Tabella 4.12).

Tabella 4.6 Analisi ANOVA a misure ripetute per le preoccupazioni riportate prima e dopo la prova di matematica.

Fattori	F(1,19)	p
Fase	0.740	0.400
Gruppo	2.797	0.111
Fase x gruppo	0.740	0.400

Figura 4.3 Livelli di preoccupazioni divisi per gruppo (ASD, ND).



4.2.5 Ansia per la matematica di tratto

Il questionario AMAS, con cui si misura l'ansia specifica per la matematica, è strutturato in due sottoscale: *learn* AMAS, che valuta l'ansia per l'apprendimento matematico e *test* AMAS, che calcola l'ansia da valutazione in matematica.

I punteggi del *learn* AMAS nel gruppo ASD (M=12.78 e SD=4.05) risultano più alti rispetto a quelli del gruppo ND (M=9.23 e SD=2.77), mentre nel *test* AMAS i punteggi del gruppo ASD (M=13 e SD=4.44) sono inferiori rispetto a quelli del gruppo di controllo (M=13.07 e SD=2.81) (Tabella 4.14).

Pertanto, la differenza tra i due campioni risulta significativa soltanto per l'apprendimento della disciplina ($t=2.44$, $p=0.02$, $d=1.06$), ma il dato non viene preso in considerazione nella presente ricerca (Tabella 4.15).

Tabella 4.7 Statistiche descrittive e t test per campioni indipendenti per l'ansia per la matematica di tratto.

Variabili	ASD M (DS)	ND M (DS)	t	df	p	Cohen's d
Learn_AMAS*	12.778	9.231	2.445	20	0.024	1.060
Test_AMAS*	13.000	13.077	-0.050	20	0.961	-0.022
AMAS**	25.778	22.308	1.362	20	0.188	0.591

NOTE:

* LEARN_AMAS: sottoscala ansia da apprendimento matematico del questionario AMAS

* TEST_AMAS: sottoscala ansia da valutazione matematica del questionario AMAS

** AMAS: questionario Abbreviated Math Anxiety Scale

4.2.6 Correlazioni tra prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro

Le correlazioni di Spearman hanno permesso di analizzare la relazione tra i costrutti della prestazione nel compito di matematica, dell'ansia per la matematica e della memoria di lavoro, per valutare l'incidenza di tali fattori sia nello svolgimento della prova proposta che nella performance finale. Dall'osservazione dei risultati (Tabella 4.16) sono evidenti una correlazione positiva tra prestazione nel compito di matematica e indice della memoria di lavoro ($r=.469$), per cui all'aumentare di quest'ultima aumenta la prestazione; una mancata correlazione diretta tra ansia per la matematica e prestazione ($r=-.336$); una correlazione inversa tra memoria di lavoro e ansia per la matematica ($r=-.457$), per cui all'aumentare della prima diminuisce la seconda.

Tabella 4.8 Correlazioni di Spearman delle variabili indagate sul campione totale.

Variabili	1.	2.	3.
1. Prestazione matematica			
2. Ansia per la matematica	- .336		
3. Memoria di lavoro	.469	- .457	

CAPITOLO 5

Discussione dei risultati

Il presente studio si è proposto di indagare e valutare i fattori emotivi e cognitivi dell'ansia per la matematica (MA) e il ruolo della memoria di lavoro (ML) quale possibile supporto nella performance, in ragazzi con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) senza disabilità intellettiva a confronto con pari senza diagnosi.

L'ansia è un sentimento che condiziona fortemente l'individuo nelle sue azioni e che gli procura tensione, tristezza, confusione, agitazione, disattenzione, disagio, apprensione, malessere fisico, preoccupazione e, in generale, sentimenti negativi.

Nel contesto scolastico l'ansia, di cui soffrono molti studenti, compresi i ragazzi che possiedono conoscenze e competenze specifiche e adeguate, è principalmente accostata alla matematica e al suo apprendimento, ma questo non è esclusivamente legato ad abilità disciplinari, bensì anche a fattori emotivo motivazionali che uniti alla componente cognitiva, secondo un nesso di causa-effetto reciproco e bidirezionale (Geake, 2016), generano un circolo vizioso che mina le capacità specifiche dello studente e contribuisce al suo successo o insuccesso nelle performance accademiche.

Infatti, l'ansia per la matematica interferisce negativamente con la memoria di lavoro, un fattore di protezione e una risorsa cognitiva indispensabile per la gestione e la manipolazione delle informazioni presenti nella mente (Baddeley, 1986), questa genera negli studenti pensieri disfunzionali e preoccupazioni che sovraccaricano, limitano e compromettono le potenzialità di tale memoria operativa a breve termine, con conseguente calo nella prestazione matematica.

Nel presente lavoro, nei due gruppi campione, sono stati presi in esame: la memoria di lavoro, la prestazione in un compito di matematica, la percezione di competenza, l'ansia per la matematica di tratto e le loro correlazioni (la relazione tra memoria di lavoro, prestazione matematica e ansia per la matematica di tratto) nonché i fattori emotivi e cognitivi dell'ansia per la matematica di stato in relazione al compito proposto, dalla cui analisi sono emerse le ipotesi di ricerca presentate nel capitolo 3: correlazione positiva tra ML e prestazione; prestazioni matematiche inferiori nei ragazzi ASD; risultati ottimali nei ragazzi con sentimenti positivi rispetto alle proprie abilità; prestazioni inferiori nei partecipanti che riportano elevati

livelli di ansia per la matematica; esiti più carenti nei ragazzi con alti livelli di arousal e preoccupazione.

Nelle pagine che seguono, sulla base dei risultati esposti nel capitolo 4, verranno discusse le ipotesi sopra riportate e saranno evidenziati i limiti dello studio e i possibili sviluppi futuri della ricerca nonché le implicazioni clinico-educative.

5.1 La memoria di lavoro

Secondo la prima ipotesi di questa ricerca la memoria di lavoro dovrebbe supportare la prestazione e quindi tra i due costrutti dovrebbe esistere una correlazione positiva: $> ML = >$ Prestazione.

Per verificare tale ipotesi prima è stato calcolato l'*Indice della Memoria di Lavoro (IML)*, fatto derivare dalla somma dei punteggi ponderati risultati dalla somministrazione dei sub test Memoria di Cifre e Riordinamento di Lettere e Numeri della WISC-IV, poi è stata valutata la sua influenza nei risultati ottenuti dai partecipanti.

L'Independent Simple T-Test non ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi nell'IML, ma ha rilevato una discrepanza nella performance, con prestazioni inferiori nei ragazzi ASD.

Analizzando il ruolo della ML nelle performance dei due campioni, è emerso, come sostenuto dalla recente letteratura (Pelegrina et al., 2024), il ruolo supportivo del magazzino a breve termine che andrebbe a limitare le interferenze derivanti dalla situazione compito, e a mediare la relazione con l'ansia specifica ad esso correlata.

In particolare, il calo delle funzioni cognitive della memoria di lavoro potrebbe essere giustificato dal dispendio di energie che l'ansia inevitabilmente comporta e dalla difficoltà dei ragazzi con un buon livello di memoria di lavoro, a gestire le situazioni che richiedono un alto controllo delle capacità attentive, con conseguente “soffocamento sotto pressione” del magazzino di memoria e calo nel suo funzionamento (Beilock & Carr, 2005).

Il ruolo della ML nelle prestazioni matematiche verrà meglio discusso e analizzato nei successivi paragrafi, in cui si prenderà in considerazione anche l'ansia per la matematica che i ragazzi hanno sperimentato nella situazione di valutazione.

5.2 La prestazione nel compito di matematica

La seconda ipotesi sostiene che gli studenti con Disturbo dello Spettro Autistico abbiano prestazioni in matematica inferiori rispetto al campione di controllo.

I partecipanti, infatti, hanno riportato un minor numero di operazioni corrette rispetto ai ragazzi a sviluppo tipico, a conferma dell'ipotesi iniziale e in linea con la recente metanalisi di Tonizzi e Usai (2023).

Le prestazioni scarse nei ragazzi ASD smentiscono gli stereotipi su autismo e matematica che per anni hanno alimentato la letteratura scientifica (O'Connor & Hermelin, 1988; Treffert, 2009) nel riconoscere capacità e performance ottimali, quando non straordinarie, agli studenti autistici e motivandole con: abilità a processare le informazioni in maniera più dettagliata; memoria a lungo termine potenziata; capacità di concentrazione e focalizzazione singolari; attitudine a prestare attenzione e ad elaborare informazioni; capacità di sistematizzazione (Frith, 1989; Plaisted, et al., 2009); insolito schema di attivazione cerebrale nella rievocazione di cifre (Bor et al., 2007).

La letteratura, infatti, ha sottolineato come le prestazioni accademiche in matematica dei ragazzi autistici possono risultare tra loro molto diverse, si passa da prestazioni straordinarie a prestazioni nella media o al di sopra della media fino a prestazioni gravemente carenti (Griswold et al., 2002).

È stato calcolato che il 23% degli studenti ASD mostra un risultato scarso (Mayes & Calhoun, 2006) nel dominio delle abilità matematiche (Baixauli et al., 2021).

Inoltre, sempre attenzionando i dati dei ragazzi ASD nella prestazione nel compito di matematica (Tabella 4.4) risulta evidente una certa eterogeneità, indubbiamente legata al profilo neuropsicologico, cognitivo ed emozionale, tipico del disturbo, che va, anche in questo caso, a confermare quanto sostenuto da Tonizzi e Usai (2023), secondo cui le differenze individuali come le abilità legate alla memoria di lavoro, l'età degli studenti, il funzionamento intellettuale, le abilità di comprensione orale, i fatti aritmetici e il vocabolario possono influenzare i risultati.

Cercando di comprendere il perché di questo risultato, possibili spiegazioni potrebbero essere che il gruppo clinico ha difficoltà nel rispettare i tempi di consegna e questo inevitabilmente genera ansia e spreco di energie cognitive, che vanno ad interferire con le competenze matematiche; i ragazzi ASD possiedono abilità matematiche significativamente deficitarie rispetto a quelle dei loro coetanei, e questo comporta un rallentamento nell'apprendimento scolastico (Tonizzi & Usai, 2023) che, nei dati raccolti, è risultato molto

evidente, considerato che ad entrambi i gruppi è stato somministrato lo stesso compito di matematica.

5.3 Aspetti emotivi e cognitivi legati al compito di matematica

La terza ipotesi secondo la quale le persone che presentano sentimenti positivi rispetto alle proprie abilità dovrebbero conseguire risultati ottimali nelle prove di matematica, vista la relazione positiva tra prestazione disciplinare e percezione di competenza (Jameson et al., 2022; Kasken et al., 2020), non viene sostenuta dai risultati emersi.

Gli aspetti emotivi legati all'ansia per la matematica sono stati analizzati attraverso il questionario Self Assessment Manikin Scale (SAM) che, nella fase pre compito, ha riportato punteggi più bassi nel gruppo ASD, mentre nella fase post compito si è rilevato un aumento del livello di arousal nel campione clinico rispetto al gruppo ND.

Invece, il Questionario pensieri e preoccupazioni (Lievore et al., 2024; Mammarella et al., 2023) ha messo in evidenza, in ambedue i campioni, una differenza nella percezione di competenza tra le fasi pre e post compito, e sentimenti positivi che non sempre corrispondono a performance adeguate.

I ragazzi autistici presentano alti livelli di percezione nelle competenze, ma il loro rendimento è scadente rispetto a quello dei ragazzi ND, che invece manifestano livelli inferiori di percezione, ma prestazioni più soddisfacenti.

Una spiegazione a questi risultati, che confermano l'ipotesi avanzata, è data dalla relazione negativa tra i fattori cognitivi dell'ansia per la matematica di stato e il rendimento (Maloney, 2014), che ha portato i partecipanti ASD a produrre una prestazione carente rispetto ai ragazzi ND.

Riguardo alle preoccupazioni per la prestazione, i ragazzi autistici presentano livelli maggiori di preoccupazione, sia nel pre che nel post compito, con una flessione in questa seconda fase, coerentemente con l'aumento della loro percezione di competenza.

Una possibile spiegazione di tale discrepanza potrebbe essere ascrivibile alle scarse abilità metacognitive dei ragazzi autistici, che non permettono loro di valutare in maniera adeguata le proprie capacità matematiche (Garrett et al., 2006; Heath et al., 2016), sovrastimandole come in questo specifico caso.

5.4 L'ansia per la matematica di tratto

La quarta ipotesi suppone una relazione reciproca, bidirezionale negativa tra ansia per la matematica di tratto e qualità della prestazione, per cui i partecipanti che riportano alti livelli di ansia per la matematica dovrebbero conseguire una prestazione inferiore nella prova (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022; Chang & Beilock, 2016; Hill et al., 2016; Zhang et al., 2019).

Per la verifica di tale ipotesi è stato utilizzato il questionario AMAS - Abbreviated Math Anxiety Scale (Hopko et al., 2003), nelle sottoscale test AMAS e learn AMAS con cui sono state indagate rispettivamente l'ansia da valutazione matematica e l'ansia di apprendimento.

Il test AMAS non presenta differenze significative tra i due gruppi per quanto riguarda i livelli di ansia percepiti durante la valutazione, contrariamente a quanto evidenziano i risultati del learn AMAS, in cui le differenze tra i due campioni risultano significative ($p=0.024$), con livelli maggiori nel gruppo clinico rispetto al gruppo di controllo ma, come precedentemente accennato, il dato non è stato preso in considerazione nel presente studio.

Nell'ansia per la matematica di tratto la mancanza di significatività tra i due gruppi può trovare una sua ragion d'essere nel fatto che “questo tipo di MA è semantico e decontestualizzato, nel senso che può non essere correlato alla specifica situazione reale” (Pelegrina et al., 2024), ma riguarda una predisposizione naturale, una tendenza personale a sentimenti ansiosi, di paura, a reazioni di imbarazzo e a disagio che interessano non solo l'esperienza scolastica, ma anche la vita quotidiana (Lucangeli & Vicari, 2019) e causano interferenze cognitive con conseguenze negative sulle performance.

Inoltre, i pochi contributi specifici a riguardo risultano tra loro contrastanti o poco chiari (Daches et al., 2021; Daker et al., 2023; Orbach et al., 2019).

Un'altra ragione per cui si genera l'ansia per la matematica di tratto potrebbe trovare corrispondenza nelle generali compromissioni cognitive degli studenti e nell'aggiornamento della ML, la sola FE fortemente correlata all'intelligenza, che evidenzia una relazione negativa tra ansia da test e intelligenza (Friedman et al., 2006; 2008; Hembree, 1990; Moran, 2016).

Infine, secondo Pelegrina et al., (2024) le difficoltà nell'aggiornamento della memoria di lavoro o in generale nelle abilità cognitive potrebbero essere predittori e portare gli studenti a manifestare l'ansia da tratto (Devine et al., 2018).

L'analisi dei dati, pertanto, conferma l'ipotesi della ricerca, secondo cui i partecipanti che riportano alti livelli di ansia per la matematica conseguono una prestazione inferiore nella prova (Barroso et al., 2021; Caviola et al., 2022; Chang & Beilock, 2016; Hill et al., 2016; Zhang et al., 2019), anche se al momento gli studi sono ancora impegnati nel cercare di capire come la memoria di lavoro o le FE di base influenzino il rapporto tra MA e presentazione matematica (Orbach, 2020).

5.5 Correlazione tra prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro

Per verificare l'ultima ipotesi, secondo cui la relazione negativa tra fattori emotivi e cognitivi nella MA e il rendimento dovrebbe portare a una prestazione più carente a causa di alti livelli di arousal e preoccupazione (Maloney, 2014), uniche dimensioni indagate in questo studio e valutate con il Self Assessment Manikin Scale (SAM) e il Questionario pensieri e preoccupazioni nelle fasi pre e post compito (Tabella 4.16), è stato utilizzato un indice di correlazione non parametrico (Spearman's Correlation) che ha permesso di comparare i costrutti: prestazione nel compito di matematica, ansia per la matematica e memoria di lavoro, così da poter valutare la loro incidenza sia nello svolgimento stesso del compito che nella performance finale.

Le analisi di correlazione hanno messo in evidenza:

- ✓ la correlazione positiva tra la prestazione nel compito di matematica e l'indice della memoria di lavoro, per cui all'aumentare di quest'ultima aumenta la prestazione;
- ✓ la correlazione inversa tra la memoria di lavoro e l'ansia per la matematica, per cui all'aumentare della prima diminuisce la seconda.

È più che acclarato che esiste una relazione diretta negativa tra l'ansia da matematica e la prestazione in matematica (Namkung et al., 2019).

Alcune teorie, come ad esempio la teoria del controllo attenzionale (ACT; Eysenck et al., 2007) e la teoria dell'efficienza di elaborazione (PET; Eysenck & Calvo, 1992), sostengono che l'ansia interferisce con il funzionamento delle operazioni della memoria di lavoro e quindi comporta ricadute negative sulla performance (Caviola et al., 2022; Finell et al., 2022; Shi & Liu, 2016; Trezise & Reeve, 2016).

Pertanto, in linea con la numerosa letteratura l'ipotesi sarebbe confermata, mentre le correlazioni ottenute, positiva tra performance e ML e inversa tra ML e MA, sono state ancora poco indagate, e dimostrano che il trait d'union nella relazione tra ansia per la matematica e prestazione è dato dall'effetto mediatore della memoria di lavoro (Caviola et al., 2022; Finell et al., 2021), che limita le interferenze e favorisce il mantenimento dell'attenzione.

5.6 Limiti e possibili sviluppi futuri

I limiti riscontrati nel presente studio sono:

- la circoscritta numerosità campionaria che, con la sua ridotta potenza statistica, non sempre ha permesso di arrivare alla significatività dei risultati i quali, per poter essere confermati e generalizzati, dovrebbero interessare campioni più ampi;
- l'utilizzo di questionari self-report che, per la valutazione dell'ansia e degli aspetti emotivi e cognitivi ad essa correlati, non garantisce l'oggettività da parte dei partecipanti, perché possono essere influenzati dal contesto e da stereotipi sociali;
- la voluta considerazione solo di alcune variabili nei test e nei questionari somministrati, potrebbero aver influito sia sui risultati che sulla considerazione delle stesse abilità dei ragazzi.

Considerati questi limiti, la ricerca in futuro dovrebbe essere condotta su un campione più ampio, diversificato per genere e nazionalità, che includa genitori ed insegnanti, la cui MA può influenzare l'apprendimento e le prestazioni dei ragazzi, e l'utilizzo di strumenti di misurazione oggettivi, come le tecniche di neuroimaging.

Sarebbe opportuno, inoltre, uno studio di tipo longitudinale, che permetta di osservare più volte lo stesso campione di partecipanti, a distanza di tempo e nelle diverse fasi evolutive, in modo da cogliere le caratteristiche individuali e i possibili cambiamenti in fieri, così da generalizzare i dati raccolti (Trigueros et al., 2020).

5.7 Implicazioni clinico-educative

Per migliorare la prestazione matematica, sia nei ragazzi ASD che in quelli ND, è fondamentale lavorare non solo sugli aspetti cognitivi ad essa legati, ma anche sui fattori emotivi afferenti, promuovendo interventi mirati, finalizzati all'aumento dell'autoefficacia (Koponen et al., 2021) e alla riduzione dei sintomi dell'ansia specifica (Toso et al., 2023).

Se da una parte, in ambito clinico, i professionisti cercano di implementare le abilità metacognitive e di regolazione emotiva, dall'altra le scuole devono investire nella formazione degli insegnanti perché in classe promuovano interventi motivazionali e stimolanti che aumentino l'interesse per la materia, sfatino i pregiudizi legati alla matematica, promuovano risorse positive, quali la resilienza, e favoriscano un ambiente di apprendimento coinvolgente e supportivo che incentivi autodeterminazione e autonomia, necessarie per superare le sfide scolastiche (Trigueros et al., 2020).

I programmi di intervento devono facilitare la conoscenza e favorire nei ragazzi la consapevolezza del proprio disturbo nonché l'acquisizione di strategie di coping proattive che incoraggino una psicoeducazione ai fattori emotivi che ne scaturiscono, inoltre, la letteratura scientifica conferma l'importanza di training di respirazione e concentrazione per la riduzione dello stress in specifiche situazioni e l'utilizzo di tecniche proprie dell'approccio cognitivo-comportamentale per il controllo dell'ansia e il rafforzamento delle abilità metacognitive.

Infine, sarebbe fondamentale ed opportuno favorire ambienti scolastici, familiari e sociali, accoglienti e inclusivi nei confronti dei bambini e adolescenti con disturbi, così da garantire dei percorsi di crescita sereni ed accessibili.

Bibliografia e Sitografia

Amaral, D.G., Schumann, C.M., Nordahl, C.W. (2008). Neuroanatomy of autism. *Trends Neurosciences*, 31(3), 137-45.

American Psychiatric Association (1980): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Washington, DC, American Psychiatric Association (3th ed.). Trad. it. DSM-III: manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, Milano, Masson. 1983.

American Psychiatric Association (1994): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Washington, DC, American Psychiatric Association (4th ed.). Trad. it. DSM-IV: manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, Milano, Masson. 1995.

American Psychiatric Association (2000): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Washington, DC, American Psychiatric Association (4th ed., text rev.). Trad. it. DSM-IV-TR: manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, text revision, Milano, Masson. 2005.

American Psychiatric Association (2013): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Washington, DC, American Psychiatric Association (5th ed.). Trad. it. DSM5: manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2014.

American Psychiatric Association (2022): *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Washington, DC, American Psychiatric Association (5th ed., text rev.). Trad. it. DSM5: manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2023.

Andersen, S.R., Avery, D.L., DiPietro, E.K., Edwards, G.L., Christian, W.P. (1987). Intensive home-based early intervention with autistic children. *Education and Treatment of Children*, 10(4), 352–366.

Anolli, L. (2002). *Le emozioni*. Trezzano sul Naviglio (MI), Edizioni Unicopli.

Antognazza, D., Di Martino P., Pellandini A., Sbaragli S. (2015). The flow of emotions in primary school problem solving. In *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, 1116-1122.

Ashcraft, M. H. & Moore, A. M. (2009). Mathematics Anxiety and the Affective Drop in Performance. *Journal of Psychoeducational assessment*, 27(3), 197-205.

Ashcraft, M. H. (1995). Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and summary of new directions. *Mathematical cognition*, 1(1), 3-34.

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181–185.

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

Autismo, in Enciclopedia Treccani. <https://www.treccani.it/enciclopedia/autismo>

Autismo: Individuati alcuni fattori genetici. (2009). *Le Scienze*. https://www.lescienze.it/news/2009/10/08/news/autismo_individuati_alcuni_fattori_genetici-573292/

Baddeley, A.D e Hitch, G. (1974). Working memory. In G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 8, 47-89. New York, Academic Press.

Baddeley, A.D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.

Baddeley, A.D., (2000). The episodic buffer: A new component in working memory? *Cognitive Sciences*, 4, 417-423.

Baddley A. D. (1986) *Working memory*, New York, Clarendon.

Bae, Y. S., Chiang, H. M., & Hickson, L. (2015). Mathematical word problem solving ability of children with autism spectrum disorder and their typically developing peers. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 2200-2208.

Baird, G., Charman, T., Baron-Cohen, S., Cox, A., Swettenham, J., wheelwright, S., Drew, A. (2000). A Screening Instrument for Autism at 18 Months of Age: A 6-Year Follow-up Study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39, 6, 694-702.

Baixauli, I., Rosello, B., Berenguer, C., Téllez de Meneses, M., Miranda, A. (2021). Reading and Writing Skills in Adolescents With Autism Spectrum Disorder Without Intellectual Disability. *Frontiers in Psychology*, 19, 12, 646849.

Barendse, E. M., Hendriks, M. P., Jansen, J. F., Backes, W. H., Hofman, P. A., Thoonen, G., ... & Aldenkamp, A. P. (2013). Working memory deficits in high-functioning adolescents with

autism spectrum disorders: neuropsychological and neuroimaging correlates. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 5, 1-11.

Barlow, D. H. (2002). *Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic*. New York, Guilford Press.

Baron-Cohen, S. (1989). Joint-attention deficits in autism: Towards a cognitive analysis. *Development and Psychopathology*, 1, 185-189.

Baron-Cohen, S. (1989a). The autistic child's theory of mind: A case of specific developmental delay. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30, 285–298.

Baron-Cohen, S. (1989b). Are autistic children behaviorists? An examination of their mental-physical and appearance-reality distinctions. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19, 579–600.

Baron-Cohen, S. (1991). Precursors to a theory of mind: Understanding attention in others. In *Natural theories of mind: Evolution, development and simulation of everyday mindreading*, 233–251. Oxford, Basil Blackwell.

Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*, 21, 37–46.

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Burtenshaw, A., Hobson, E. (2007). Mathematical Talent is Linked to Autism. *Human Nature*, 18(2), 125-131.

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134-168.

Bearss, K., Burrell, T.L., Stewart, L., Scahill, L. (2015). Parent Training in Autism Spectrum Disorder: What's in a Name? *Clinical Child and Family Psychology Review*, 18(2), 170-82.

Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2005). When high-powered people fail: Working memory and “choking under pressure” in math. *Psychological Science*, 16(2), 101-105.

Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers’ math anxiety affects girls’ math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860-1863.

- Ben-Sasson, A., Hen, L., Fluss, R., Cermak, S.A., Engel-Yeger, B., & Gal, E. (2009). A meta-analysis of sensory modulation symptoms in individual with autism spectrum disorder. *Journal of autism and development disorders*, 39 (1) 1-11.
- Bettleheim B. (1967). *The empty fortress: Infantile autism and the birth of the self*, New York, Free Press.
- Biklen, D. (1990). Communication unbound: Autism and praxis. *Harvard Educational Review*, 60(3), 291–314.
- Biklen, D., Morton, M. W., Gold, D., Berrigan, C., & Swaminathan, S. (1992). Facilitated communication: Implications for individuals with autism. *Topics in Language Disorders*, 12(4), 1–28.
- Bloom, B. S., (1979). *Caratteristiche umane e apprendimento scolastico*. Roma, Armando Editore.
- Bolton, P., Macdonald, H., Pikles, A., Rios, P., Goode, S., Crowson, M., Bailey, A., Rutter, M. (1994). A Case-Control Family History Study of Autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatric*, 35 (5), 877-900.
- Bolton, P.F., Carcani-Rathwell, I., Hutton, J., Goode, S., Howlin, P. Rutter, M. (2011). Features and correlates of epilepsy in autism: A signal detection analysis. *British Journal of Psychiatry*, 108(4) 289-294.
- Boucher, J., Mayes, A., & Bigham, S. (2012). Memory in autistic spectrum disorder. *Psychological bulletin*, 138(3), 458.
- 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.
- Brown, A. S., Sourander, A., Hinkka-Yli-Salomäki, S., McKeague, I. W., Sundvall, J., & Surcel, H. M. (2014). Elevated maternal C-reactive protein and autism in a national birth cohort. *Molecular Psychiatry*, 19(2), 259-264.
- Brown-Lavoie, S. M., Vecili, M. A., & Weiss, J. (2014). Sexual knowledge and victimization in adults with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44 (9), 2185-2196.

- Bull R., Espy K. A., Wiebe S. A. (2008) «Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years». *Developmental neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Burrell, G., R. Hyman, M.R., Michaelson, C., Julie A. Nelson, J.A., Taylor, S. & West, A. (2022). The Ethics and Politics of Academic Knowledge Production: Thoughts on the Future of Business Ethics. *Journal of Business Ethics*, 180, 917–940.
- Buxbaum, & JD. (2013). Etiology of autism spectrum disorders. *The Neuroscience of Autism Spectrum Disorders*, 11-112.
- Camaioni, L. (1993). Continuità versus discontinuità nello sviluppo comunicativo pre-linguistico e linguistico. *Sistemi Intelligenti*, 5(2), 189–197.
- Camaioni, L., Di Blasio, P. (2007). *Psicologia dello Sviluppo*. Bologna, Il Mulino.
- Canitano, R., Scandurra, V. (2011). Psychopharmacology in autism: an update. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 35(1), 18-28.
- Cardillo, R., Lievore, R., & Mammarella, I. C. (2022). Do children with and without autism spectrum disorder use different visuospatial processing skills to perform the rey–osterrieth complex figure test? *Autism Research*, 15(7), 1311-1323.
- Cardillo, R., Menazza, C., & Mammarella, I. C. (2018). Visuoconstructive abilities and visuospatial memory in autism spectrum disorder without intellectual disability: Is the role of local bias specific to the cognitive domain tested? *Neuropsychology*, 32(7), 822–834.
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., & Szücs, 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., & Szücs, D. (2016). The Chicken or the Egg? The Direction of the Relationship Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance. *Frontiers in Psychology*, 6.
- Cargnelutti, E., Tomasetto, C., & Passolunghi, M. C. (2017). How is anxiety related to math performance in young students? A longitudinal study of Grade 2 to Grade 3 children. *Cognition and Emotion*, 31(4), 755-764.

- Caron, M.-J., Mottron, L., Berthiaume, C., & Dawson, M. (2006). Cognitive mechanisms, specificity and neural underpinnings of visuospatial peaks in autism. *Brain: A Journal of Neurology*, 129(7), 1789–1802.
- Cattelan, L. (2010). *Autismo. Manuale operativo per docenti e genitori*. Schio (VI), Industrialzone.
- Caviola, S., Gerotto, G., Lucangeli, D. & Mammarella, I. C. (2016). AC-FL. Trento, Erickson.
- Caviola, S., Mammarella, I. C., Lucangeli, D., & Cornoldi, C. (2014). Working memory and domain-specific precursors predicting success in learning written subtraction problems. *Learning and Individual Differences*, 36, 92–100.
- Caviola, S.; Toffalini, E.; Giofrè, D.; Mercader-Ruiz, J.; Szücs, D. & Mammarella, I.C. (2022). Match performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: a meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology Review*, 34(1), 363-399.
- Chang, H., & 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.
- Choe KW, Jenifer JB, Rozek CS, Berman MG, Beilock SL. (2019). Calculated avoidance: Math anxiety predicts math avoidance in effort-based decision-making. *Science Advances*, 5 (11),20.
- Choe, K. W., Jenifer, J. B., Rozek, C. S., Berman, M. G., & Beilock, S. L. (2019). Calculated avoidance: Math anxiety predicts math avoidance in effort-based decision-making. *Science Advances*, 5(11), eaay1062.
- Chouinard, R., Karsenti, T., & Roy, N. (2007). Relations among competence beliefs, utility value, achievement goals, and effort in mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 77, 501–517.
- Consiglio Nazionale Ordine degli Psicologi. (2019). Buone prassi per l'autismo, *I quaderni CNOP*, 3.
- Constantino, J. N., & Gruber, C. P. (2012). *Social Responsiveness Scale–Second Edition (SRS-2)*. Torrance, CA, Western Psychological Services.
- Constantino, J.N. e Gruber, C. P. (2007). *SRS - Social Responsiveness Scale*. Per misurare il grado di compromissione sociale associata ai disturbi dello spettro autistico. Seconda edizione. Firenze, Giunti Psychometrics.

- Cornoldi, C. (2019). I disturbi dell'apprendimento. Bologna, Il Mulino.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2000). Mental imagery in blind people: The role of passive and active visuo-spatial processes. In *Touch, Representation, and Blindness*, 143-181. Oxford, Oxford University Press.
- Cornoldi, C., Baldi, A.P. & Gioffrè, D. (2017). Prove MT Avanzate-3-Clinica. Trento, Erickson.
- Cornoldi, C., Mammarella, I. C., Caviola, S. (2020). AC-MT-3 6-14 anni. Prove per la clinica, Trento, Erickson.
- Corsi, P.M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstract International*, 34 (02), 819B. (University Microfilms No. AAI05-77717).
- Costa H. M., Nicholson B., Donlan C., Van Herwegen J. (2018). «Low performance on mathematical tasks in preschoolers: the importance of domain-general and domain-specific abilities». *Journal of Intellectual Disability Research*, 62(4), 292-302.
- Cottini, L. & Rosati, L. (a cura di). (2008). Per una didattica speciale di qualità. Perugia, Morlacchi Editore.
- Cottini, L. & Vivanti, G. (2016). Autismo: come e cosa fare con bambini e ragazzi a scuola. Firenze, GiuntiEdu.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological bulletin*, 104(2), 163.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*, 20(506), 1013-1019.
- Cowan, N. (2005). Working memory capacity. New York, Lawrence Erlbaum.
- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in neuroscience and education*, 3(2), 63-68.
- Cuder, A., Pellizzoni, S., De Vita, C., & Passolunghi, M.C. (2020). Fattori emotivi e apprendimento: l'ansia per la matematica e i suoi effetti sull'apprendimento disciplinare.

Quaderni CIRD. Rivista del Centro Interdipartimentale per la Ricerca Didattica dell'Università di Trieste, 20, 50–63.

Dahlgren, S.O. & Gilberg, C. (1989). Symptoms in the first two years of life. A preliminary population study of infantile autism. *European archives of psychiatry and neurological sciences*, 238(3), 169-174.

Daneman, M. e Carpenter, P.A. (1980). Individual Differences in Working Memory and Reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.

Davidson, M. (2017). Vaccination as a cause of autism - myths and controversies. *Dialogues in clinical neuroscience*, 19(4), 403.

Dawson, G. (2016). Why it's important to continue universal autism screening while research fully examines its impact. *Journal of the American Medical Association*, 170 (6), 527–528.

Dawson, G., Jones, E. J. H., Merkle, K., Venema, K., Lowy, R. & Faja, S. (2012). Early behavioral intervention is associated with normalized brain activity in young children with autism. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51 (11), 1150-9.

De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(2), 186–201.

De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of experimental child psychology*, 103(4), 469-479.

De Vita, C., Pellizzoni, S., & Passolunghi, M. C. (2018). I precursori dell'apprendimento matematico. *Quaderni CIRD. Rivista Del Centro Interdipartimentale per la Ricerca Didattica dell'Università di Trieste*, 17, 31-45.

Demetriou, E. A., Lampit, A., Quintana, D. S., Naismith, S. L., Song, Y. J., Pye, J. E., ... & Guastella, A. J. (2018). Autism spectrum disorders: a meta-analysis of executive function. *Molecular psychiatry*, 23(5), 1198-1204.

Devine, A., Fawcett, K., Szűcs, D. et al. (2012). Gender differences in mathematics anxiety and the relation to mathematics performance while controlling for test anxiety. *Behavior and Brain Functions*, 8, 33.

- 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.
- 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.
- Di Martino, P., & Zan, R. (2010). “Me and maths”: Towards a definition of attitude grounded on students’ narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), 27-48.
- DiLavore, P., Lord, C., & Rutter, M. (1995). Pre-Linguistic Autism Diagnostic Observation Schedule (PL-ADOS). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 25, 355–379.
- Donolato, E., Toffalini, E., Giofrè, D., Caviola, S., & Mammarella, I. C. (2020). Going Beyond Mathematics Anxiety in Primary and Middle School Students: The Role of Ego-Resiliency in Mathematics. *Mind, Brain, and Education*, 14(3), 255–266.
- Dowker, A., Bennett, K., & Smith, L. (2012). Attitudes to mathematics in primary school children. *Child Development Research*, 1, 124939.
- Dowker, A., Sarkar, A., & Looi, C. Y. (2016). Mathematics Anxiety: What Have We Learned in 60 Years? *Frontiers in Psychology*, 7, 508.
- Dreger, R. M., & Aiken, L. R. J. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*, 48(6), 344–351.
- Dunn, W. (1999). *Sensory Profile: User's Manual*. Psychological Corporation.
- Eikeseth, S., Smith, T. (2011). O. Ivar Lovaas: Pioneer of Applied Behavior Analysis and Intervention for Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1(3), 375-8.
- Eikeseth, R., Menazza, C., & Mammarella, I. C. (2018). Visuoconstructive abilities and visuospatial memory in autism spectrum disorder without intellectual disability: Is the role of local bias specific to the cognitive domain tested? *Neuropsychology*, 32(7), 822–834.
- Eysenck, M. W. e Derakshan, N. (2011). Nuove prospettive nella teoria del controllo attenzionale. *Personality and Individual Differences*, 50, 955-960.

- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition & Emotion*, 6(6), 409–434.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353.
- Fein, D., Barton, M. L., Eigsti IM., L., Kelley, E., Naigles, I.R., Schultz, R., Stevens, M., Helt, M., Oristein, A.J., Rosenthal, M. A., Troyb, E., Tyson, K.E. (2013). Optimal outcome in individuals with a history of autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54, 95-105.
- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman Mathematics Attitudes Scales: Instruments Designed to Measure Attitudes toward the Learning of Mathematics by Females and Males. *Catalog of Selected Documents in Psychology*, 6, 1-32.
- Finell, J., Sammallahti, E., Korhonen, J., Eklöf, H., & Jonsson, B. (2022). Working Memory and its mediating role on the relationship of math anxiety and math performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, 798090.
- Foley, A. E., Herts, J. B., Borgonovi, F., Guerriero, S., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2017). The math anxiety-performance link: A global phenomenon. *Current directions in psychological science*, 26(1), 52-58.
- Fontani, S. (2018). Comportamenti disadattivi stereotipizzati nei Disturbi dello Spettro Autistico. Approcci educativi evidence-based. *Giornale Italiano dei Disturbi del Neurosviluppo*, 3, 48-62.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204.
- Frith, U. (1989). Autism and “theory of mind”. In *Diagnosis and treatment of autism*, 33-52. Boston, MA: Springer US.
- Frith, U. (2003). *Autism: Explaining the Enigma* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Fuchs L. S., Geary D. C., Compton D. L., Fuchs D., Hamlett C. L., Seethaler P. M., Schatschneider C. 2010. Do different types of school mathematics development depend on different constellations of numerical versus general cognitive abilities? *Developmental psychology*, 46(6), 1731-1746.

- Furlong, M., McLoughlin, F., McGilloway, S., & Geary, D. (2016). Interventions to improve mathematical performance for children with mathematical learning difficulties (MLD). *The Cochran e Database of Systematic Reviews*, 4.
- Gabig, C. S. (2008). Verbal working memory and story retelling in school-age children with autism. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39(4), 498-511.
- Gardener, H., Spiegelman, D., & Buka, S. L. (2009). Prenatal risk factors for autism: comprehensive meta-analysis. *The British Journal psychiatry*, 195(1), 7-14.
- Gardener, H., Spiegelman, D., Buka, S.L. (2009). Prenatal risk factors for autism: comprehensive meta-analysis. *The British journal of psichiatriy*, 195(1), 7-14.
- Geurts, H. M., & Vissers, M. E. (2012). Elderly with autism: Executive functions and memory. *Journal of autism and developmental disorders*, 42, 665-675.
- Geurts, H. M., van den Bergh, S. F., & Ruzzano, L. (2014). Prepotent response inhibition and interference control in autism spectrum disorders: Two meta-analyses. *Autism Research*, 7(4), 407-420.
- Gilliam, J. E. (1995). Gilliam autism rating scale: Examiner's manual. Pro-ed.
- Goldsmith, R.E., Horowitz, D. (2006). Measuring Motivation for Online Opinion Seeking, *Journal of Interactive Advertising*, 6(2), 1-16.
- Grandin, T. (2014). Il cervello Autistico. Milano, Adelphi.
- Griswold, D. E., Barnhill, G. P., Myles, B. S., Hagiwara, T., & Simpson, R. L. (2002). Asperger syndrome and academic achievement. *Focus on Autism and other developmental disabilities*, 17(2), 94-102.
- Griswold, M. A., Jakob, P. M., Heidemann, R. M., Nittka, M., Jellus, V., Wang, J., ... & Haase, A. (2002). Generalized autocalibrating partially parallel acquisitions (GRAPPA). *Magnetic Resonance in Medicine: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine*, 47(6), 1202-1210.
- Gyawali, S. & Patra, B.N. (2019). Trends in concept and nosology of autism spectrum disorder: A review. *Asian Journal of Psychiatry*, 40, 92-99.
- Happè F (1994 b) An advanced test of theory of mind: Understanding of story character's thoughts and feelings in able autism, mentally handicapped, and normal children and adults. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 129-154.

- Happé F. e Frith U. (2006), The weak coherence account: Detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36 (1), 5-25.
- Happé F., Ronald A. e Plomin R. (2006), Time to give-up on a single explanation for autism. *Nature Neuroscience*, 9 (10), 1218-1220.
- Happé, F. (1999). Autism: Cognitive deficit or cognitive style? *Trends Cognitive Sciences*, 3(6),
- Happé, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006). Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder: Examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 61 (1), 25-39.
- Harris, S.L. e Handleman, J.S. (1993). Age and IQ at Intake as Predictors of Placement for Young Children with Autism: A Four- to Six-Year Follow-Up. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 30(2),137-42.
- Hazlett HC, Poe M, Gerig G, et al. (2005). Magnetic resonance imaging and head circumference study of brain size in autism: birth through age 2 years. *Archives of general psychiatry*, 62(12), 1366-1376.
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for research in mathematics education*, 21(1), 33-46.
- Hill E., Berthoz S. e Frith U. (2004). Cognitive processing of own emotions in individuals with autistic spectrum disorder and in their relatives. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34, 229-235.
- Hill, C., Waite, P., & Creswell, C. (2016). Anxiety disorders in children and adolescents. *Pediatric and child health*, 26(12), 548-553.
- Hill, E. L. (2004). Executive dysfunction in autism. *Trends in cognitive sciences*, 8(1), 26-32.
- Hill, E.L. (2004). Evaluating the theory of executive dysfunction in autism. *Developmental Review*, 24(2), 189–233.
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C., & Szücs, D. (2016). Math anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and Individual Differences*, 48(4), 45-53.
- 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.

Howlin, P., Magiati, I., Charman, T. (2009). Systematic review of early intensive behavioral interventions for children with autism. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 114(1), 23-41.

<https://www.treccani.it/enciclopedia/storia-della-matematica%28Enciclopedia-dellaMatematica%29/>

IAN Research Report (2010). From first concern to diagnosis and beyond. http://www.iancommunity.org/cs/ian_research_reports/ian_research_report_13

Iuculano, T., Rosenberg-Lee, M., Supekar, K., Lynch, C. J., Khouzam, A., Philips, J., Uddin, L. Q., Menon, V. (2014). Brain Organization Underlying Superior Mathematical Abilities in Children with Autism. *Biological Psychiatry*, 75(3), 223- 230.

Jameson, M. M., Dierenfeld, C., & Ybarra, J. (2022). The Mediating Effects of Specific Types of Self-Efficacy on the Relationship between Math Anxiety and Performance. *Education Sciences*, 12, 789.

Jansen, B. R. J., Louwse, J., Straatemeier, M., Van Der Ven, S. H., Klinkenberg, S., & Van Der Maas, H. L. J. (2013). The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance. *Learning and Individual Differences*, 24, 190–197.

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

Johnson, S., Holdsworth, L., Hoel, H. & Zapf, D. (2013). Customer stressors in service organizations: The impact of age on stress management and burnout. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 22, 318-330.

Joseph, R. M., Steele, S. D., Meyer, E. e Tager-Flusberg, H. (2005), “Self-ordered pointing in children with autism: Failure to use verbal mediation in the service of working memory?”, *Neuropsychologia*, 43, 1400-1411.

Kane, M. J., & Engle, R. W. (2000). Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(2), 336.

Kanner L. (1943). Autistic Disturbance of Affective Contact. *Nervous Child*, 2, 217- 250.

Kaplan, J.T., Gimbel, S.I., Harris, S. (2016). Neural correlates of maintaining one's political beliefs in the face of counterevidence. *Scientific Reports*, 23, 6, 39589.

- Kasken, J., Segers, E., Goei, S. L., & Verhoeven, L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and Teacher Education*, 94, 1-14.
- Kercood, S., Grskovic, J. A., Banda, D., & Begeske, J. (2014). Working memory and autism: A review of literature. *Research in autism spectrum disorders*, 8(10), 1316-1332.
- Klin, A., Chawarska, K., Volkmar, F. (2005). Autism in Infancy and Early Childhood. *Annual Review of Psychology*, 56(1):315-336.
- Koponen, T., Aro, T., Peura, P., Leskinen, M., Viholainen, H., & Aro, M. (2021). Benefits of Integrating an Explicit Self-Efficacy Intervention With Calculation Strategy Training for Low-Performing Elementary Students. *Frontiers in Psychology*, 12, 714379.
- Kring, A. M., Johnson, S. L., Davison, G. C., & Neale, J. (2017). *Psicologia clinica*. Bologna, Zanichelli.
- Kurita, H. (1985). Infantile autism with speech loss before the age of thirty months. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, 24(2), 191-196.
- La Grutta, S. & De Filippo, A. (2009). *Autismo: apprendere con l'intervento comportamentale*. Chieti, Edizioni Psiconline.
- Lai, M.C., Lombardo, M.V., Baron-Cohen, S. (2014). Autism. *Lancet*, 383, 896-910.
- Lai, Y., Zhu, X., Chen, Y., & Li, Y. (2015). Effects of Mathematics Anxiety and Mathematical Metacognition on Word Problem Solving in Children with and without Mathematical Learning Difficulties. *PLoS ONE*, 10(6), e0130570.
- Lampi, K.M., Hinkka-Yli-Salomäki, S., Lehti, V., Helenius, H., Gissler, M., Brown, A.S., Sourander, A. (2013). Parental Age and Risk of Autism Spectrum Disorders in a Finnish National Birth Cohort. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 2526–2535.
- Lazarus, R. S. (1991). Cognition and motivation in emotion. *American psychologist*, 46(4), 352.
- Leekam, S.R., Nieto, C., Libby, S.J., Wing, I., Gould, J. (2007). Describing the sensory abnormalities of children and adults with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 37, 894-910.
- Leslie, A. M. (1987). Pretence and representation: The origins of “theory of mind”. *Psychological Review*, 94, 412–426.

- Levine S. C., Pantoja N., (2021). Development of children's math attitudes: Gender differences, key socializers, and intervention approaches. *Developmental Review*, 62, 100997.
- Levorato, M. C. (2000). *Le emozioni della lettura*. Milano, Il Mulino Studi e Ricerche.
- Lewis A. 1970, «The ambiguous word “anxiety”». *International journal of psychiatry*, 9, 62-79.
- Lievore, R., Caviola, S., & Mammarella, I. C. (2024). How trait and state mathematics anxiety could affect performance: Evidence from children with and without Specific Learning Disorders. *Learning and Individual Differences*, 112, 102459.
- Lord, C., Charman, T., Havdal, A., Carbone, P., Anagnostou, E., Boyd, B., ... & McCauley, J. B. (2022). The Lancet Commission on the future of care and clinical research in autism. *The Lancet*, 399(10321), 271-334.
- Lord, C., Rutter, M. e LeCouteur, A. (1994). Autism diagnostic interview-revised. A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26(5), 185-212.
- Lord, C., Rutter, M., Goode, S., Heemsbergen, J., Jordan, H., Mawhood, L., & Schopler, E. (1989). Autism Diagnostic Observation Schedule: A standardized observation of communicative and social behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 19, 185–212.
- Losh, M., Sullivan, P.F., Trembath, D. & Piven, J. (2008). Current developments in the genetics of autism: from phenome to genome. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 67(9), 829-837.
- Lovett, S. (1998). *Un silenzio disperato*, Milano, Mondadori.
- Luna, B., Doll, S. K., Hegedus, S. J., Minshew, N. J., & Sweeney, J. A. (2007). Maturation of executive function in autism. *Biological psychiatry*, 61(4), 474-481.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology research and behavior management*, 311-322.
- Ma X., Xu J. 2004, «The causal ordering of mathematics anxiety and mathematics achievement: a longitudinal panel analysis». *Journal of adolescence*, 27(2), 165-179.

- Maglione, M.A., Gans, D., Das, L., Timbie, J., Kasari, C. (2012). Nonmedical Interventions for Children with ASD: Recommended guidelines and further research needs. *Pediatrics*, 130 (Supplement_2), S169–S178.
- Maloney, E. A., & Beilock, S. L. (2012). Math anxiety: Who has it, why it develops, and how to guard against it. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(8), 404–406.
- Maloney, E. A., & Sattizahn, J. R. (2014). Anxiety and cognition. Wiley Interdisciplinary Reviews. *Cognitive Science*, 5(4), 403-411.
- Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 10–16.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational effects of parents' math anxiety on children's math achievement and anxiety. *Psychological science*, 26(9), 1480-1488.
- Mammarella, I. C., Caviola, S. & Dowker, A. (2019). Mathematics anxiety: what is known and what is still to be understood. London: Routledge, Taylor y Francis Group.
- Mammarella, I.C., Cardillo, R., Caviola, S., (2019). La memoria di lavoro nei disturbi del neurosviluppo. Dalle evidenze scientifiche alle applicazioni cliniche ed educative. Milano, Franco Angeli.
- Mammarella, I.C., Cardillo, R., Caviola, S., (2019). Mathematics anxiety affects counting but not subitizing during visual enumeration. *Cognition*, 114(2), 293-297.
- Mammarella, I.C., Caviola, S., Rossi, S., Patron, E., Palomba, D. (2023). Multidimensional components of (state) mathematics anxiety: Behavioral, cognitive, emotional, and psychophysiological consequences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1523 (1), 91-103.
- Markram, H., Rinaldi, T. and Markram, K. (2007). The Intense World Syndrome – an alternative hypothesis for autism. *Frontiers in Neuroscience*, 1(1),77-96.
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2006). Frequency of reading, math, and writing disabilities in children with clinical disorders. *Learning and individual Differences*, 16(2), 145-157.
- Mayes, S., & Calhoun, S. (2008). WISC-IV and WIAT-II profiles in children with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 428–439.

- Mazzone, L., Ruta, L. e Reale, L. (2012). Psychiatric comorbidities in Asperger syndrome and high functioning autism: Diagnostic challenges. *Annals of General Psychiatry*, 11 (1), 16.
- Mazzone, L., Ruta, L., Reale, L. (2012). Psychiatric comorbidities in asperger syndrome and high functioning autism: diagnostic challenges. *Annals of General Psychiatry*, 25;11(1):16.
- Mc Leod, D. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1, 575-596.
- Mc Leod, D.B. & Adams. (1989). Affect and mathematical problem solving. A New Perspective. Springer Verlag.
- Mesibov, G. B., Shea, V., & Schopler, E. (2005). The TEACCH approach to autism spectrum disorders. New York, Kluwer Academic/Plenum.
- Miller L.J., Anzalone M.E., Lane S., Cermak S.A. e Osten E. (2007), Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 61, 2, 135-140.
- Miller, A., Vernon, T., Wu, V., & Russo, K. (2014). Social Skill Group Interventions for Adolescents with Autism Spectrum Disorders: a Systematic Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1(4), 254-265.
- Miller, L.J., Anzalone, M.E., Lane, S.J., Cermak, S., Osten, B. (2007). Concept Evolution in Sensory Integration: A Proposed Nosology for Diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 135-140.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current directions in Psychological science*, 21(1), 8-14.
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin*, 142, 831–864.
- Morant, A., Mulas, F., Hernández, S. (2001). Bases Neurobilógicas del autismo. *Revista de Neurologia Clinica*, 2 (1), 163-171.
- Moscone, D., & Vagni, D. (2013). L'educazione cognitivo-affettiva e le condizioni dello Spettro Autistico ad Alto funzionamento. *Autismo e Disturbi dello sviluppo*, 11(1), 39-71.
- Muhle, R., Trentacoste, S.V., Rapin, I. (2004). *The genetics of autism*. *Pediatrics*, 113(5), e472-86.

- Muris, P. (2010). Normal and abnormal fear and anxiety in children and adolescents. Elsevier.
- Nadig, A.S., Ozonoff, S., Young, G.S., Rozga, A., Sigman, M., Rogers, S.J. (2007). A prospective study of response to name in infants at risk for autism. *Archives of Paediatric and Adolescent Medicine*, 161, 378–383.
- Narzisi, A., Costanza, C., Umberto, B., & Filippo, M. (2014). Non-pharmacological treatments in autism spectrum disorders: an overview on early interventions for pre-schoolers. *Current clinical pharmacology*, 9(1), 17-26.
- Ninci, J., Neely, L.C., Hong, E.R., Boles, M. B., Gilliland, W. D., Ganz, J.B., Davis, J. L. & Vannest, K. J. (2015). Meta-analysis of Single-Case Research on Teaching Functional Living Skills to Individuals with ASD. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2, 184-198.
- O'Connor, N., & Hermelin, B. (1988). Low intelligence and special abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 29(4), 391-396.
- OECD. (2013). PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs. Paris, FR: OECD Publishing.
- OECD. (2015). The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence. Paris, FR: OECD Publishing.
- Op 'T Eynde, P., De Corte, E., & Verschaffel, L. (2006). Accepting Emotional Complexity: A Socio-Constructivist Perspective on the Role of Emotions in the Mathematics Classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 63(2), 193–207.
- Orbach, L., Herzog, M., & Fritz, A. (2020). State- and trait-math anxiety and their relation to math performance in children: The role of core executive functions. *Cognition*, 200, 104271.
- Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). (1992). International Classification of Disease-10 (ICD-10).
- Orinstein, A. J., Helt, M., Troyb, E., Tyson, K. E., Barton, M. L., Eigsti, I. M., ... & Fein, D. A. (2014). Intervention for optimal outcome in children and adolescents with a history of autism. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 35(4), 247-256.
- Orsini, A., Pezzuti, L., & Picone, L., 2012. WISC-IV. Contributo alla taratura italiana. Firenze, Giunti OS Special Organization.

Ospina, M. B., Krebs Seida, J., Clark, B., Karkhaneh, M., Hartling, L., Tjosvold, L., ... & Smith, V. (2008). Behavioural and developmental interventions for autism spectrum disorder: a clinical systematic review. *PLoS ONE*, 3(11), e3755.

Oswald, T. M., Beck, J. S., Iosif, A. M., McCauley, J. B., Gilhooly, L. J., Matter, J. C., & Solomon, M. (2016). Clinical and cognitive characteristics associated with mathematics problem solving in adolescents with autism spectrum disorder. *Autism Research*, 9(4), 480-490.

Ozonoff, S. (1995). Executive functions in autism. In *Learning and cognition in autism*, 199-219. Boston, MA, Springer US.

Ozonoff, S. (1997). Components of executive function in autism and other disorders. In *Autism as an executive disorder*, 179–211. Oxford University Press.

Ozonoff, S., & Cathcart, K. (1998). Effectiveness of a home program intervention for young children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 28(1), 25–32.

Ozonoff, S., & McEvoy, R. E. (1994). A longitudinal study of executive function and theory of mind development in autism. *Development and psychopathology*, 6(3), 415-431.

Ozonoff, S., Pennington, B.F., Rogers, S.J. (1990). Are there emotion perception deficits in young autistic children? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31(3),343-61.

Ozonoff, S., Young, G. S., Carter, A., Messinger, D., Yirmiya, N., Zwaigenbaum, L., ... & Stone, W. L. (2011). Recurrence risk for autism spectrum disorders: a Baby Siblings Research Consortium study. *Pediatrics*, 128(3), e488-e495.

Panerai, S., Tasca, D., Ferri, R., Catania, V., D'Arrigo, V. G., Di Giorgio, R., ... & Elia, M. (2016). Metacognitive and emotional/motivational executive functions in individuals with autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder: preliminary results. *Rivista di Psichiatria*, 51(3), 104-109.

Passolunghi, M. C., Lanfranchi, S., Altoè, G., & Sollazzo, N. (2015). Early numerical abilities and cognitive skills in kindergarten children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 135, 25-42.

Pelegrina, S., Martín-Puga, M. E., Lechuga, M. T., Justicia-Galiano, M. J., & Linares, R. (2024). Role of executive functions in the relations of state- and trait-math anxiety with math performance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1535(1), 76–91.

Pellecchia, M., Connell, J.E., Beidas, R.S., Xie, M., Marcus, S.C., & Mandell, D.S. (2015). Dismantling the Active Ingredients of an Intervention for Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 2917–2927.

Pellerey, M. (1983). Progettazione formativa: Teoria e metodologia. Ricerca ISFOL-CLISE [Educational planning: Theory and methodology. The ISFOL-CLISE study].

Pellerey, M., & Orio, F. (1996). La dimensione affettiva e motivazionale nei processi di apprendimento della matematica. *Studi di psicologia dell'educazione*, 15(1–2), 19-36.

Pennington, B. F. (1997). Dimensions of executive functions in normal and abnormal development, 265–281. Paul H. Brookes Publishing Co.

Persico, A. M., Ricciardello, A., Lamberti, M., Turriziani, L., Cucinotta, F., Brogna, C., ... & Arango, C. (2021). The pediatric psychopharmacology of autism spectrum disorder: A systematic review-Part I: The past and the present. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 110, 110326.

Peterson, P. E., Woessmann, L., Hanushek, E. A., & Lastra-Anadón, C. X. (2011). Are US students ready to compete. *Education Next*, 11(4), 50-59.

Plaisted, K. & Davis, G. (2009). Perception and apperception in autism: rejecting the inverse assumption. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1393–139.

Poggi, I., Bartolucci, L., Violini, S. (2004). Emozioni: un'arma per l'apprendimento. In *Antinomie dell'educazione nel XXI secolo*, 258-266. Roma, Armando Editore.

Polo-Blanco, I., Suárez-Pinilla, P., Goñi-Cervera, J., Suárez-Pinilla, M., Payá, B. (2022). Comparison of Mathematics Problem-Solving Abilities in Autistic and Non-autistic Children: the Influence of Cognitive Profile. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 54(1):353-365.

Postorino, V., Sharp, W. G., McCracken, C. E., Bearss, K., Burrell, T. L., Evans, A. N., & Scahill, L. (2017). A systematic review and meta-analysis of parent training for disruptive behavior in children with autism spectrum disorder. *Clinical child and family psychology review*, 20, 391-402.

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual differences, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122.

- Rai, D., Lee, B. K., Dalman, C., Golding, J., Lewis, G., & Magnusson, C. (2013). Parental depression, maternal antidepressant use during pregnancy, and risk of autism spectrum disorders: population case-control study. *Bmj*, 346.
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 83-100.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational psychologist*, 53(3), 145-164.
- Randall, M., Egberts, K. J., Samtani, A., Scholten, R. J., Hooft, L., Livingstone, N., ... & Williams, K. (2018). Diagnostic tests for autism spectrum disorder (ASD) in preschool children. *Cochrane database of systematic reviews*, (7).
- Reichow, B., Servili, C., Yasamy, M.T., Barbui, C., Saxena, S. (2013). Non-Specialist Psychosocial Interventions for Children and Adolescents with Intellectual Disability or Lower-Functioning Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review. *PLoS Med*, 10(12), e1001572.
- Reichow, B., Steiner, A.M., Volkmar, F. (2013). Cochrane review: social skills groups for people aged 6 to 21 with autism spectrum disorders (ASD). *Evid Based Child Health*, 8(2), 266-315.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de psychologie*, 28, 286-340.
- Rey, A. (1968) Reattivo della figura complessa. Firenze, Giunti Organizzazioni Speciali.
- Reznick, J. S., Baranek, G. T., Reavis, S., Watson, L. R., and Crais E. R. (2007). A parent-report instrument for identifying one-year-olds at risk for an eventual diagnosis of autism: the first year inventory. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37, 9, 1691–1710.
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The mathematics anxiety rating scale. *Journal of Counselling Psychology*, 19, 551-554.
- Robins, D.L., Fein, D., Barton, M.L., Green, J.A. (2001). The Modified Checklist for Autism in Toddlers: an initial study investigating the early detection of autism and pervasive developmental disorders. *Journal of Autism Developmental Disorders*, 31(2),131-44.
- Robinson, A. L., Heaton, R. K., Lehman, R. A., & Stilson, D. W. (1980). The utility of the Wisconsin Card Sorting Test in detecting and localizing frontal lobe lesions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 48(5), 605–614.

- Rodier, P. M. (2012). Autism Spectrum Disorders. In *Environmental Exposures That Increase the Risk of Autism Spectrum Disorders*. Oxford University Press.
- Rogers, S. J., & Dawson, G. (2010). *Early Start Denver Model for young children with autism*. New York, Guilford Press.
- Rogers, S.J., Hepburn, S.L., Stackhouse, T., Wehner, E. (2003). Imitation performance in toddlers with autism and those with other developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44, 763–781.
- Ronald, A., & Hoekstra, R. A. (2011). Autism spectrum disorders and autistic traits: a decade of new twin studies. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 156(3), 255-274.
- Rubinsten, O., Marciano, H., Eidlin Levy, H., & Daches Cohen, L. (2018). A framework for studying the heterogeneity of risk factors in math anxiety. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 12, 291.
- Rumsey, J. M. (1985). Conceptual problem-solving in highly verbal, nonretarded autistic men. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 15(1), 23–36.
- Russel, P. SS, Daniel, A., Russel, S., Mammen, P., Abel, J. S., Raj, L. E., Raj, S.S. & Thomas, N. (2010). Diagnostic accuracy, reliability and validity of Childhood Autism Rating Scale in India. *World Journal of Pediatrics*, 6, 141-147.
- Russell, J., Jarrold, C. & Henry, L. (1996). “Working memory in children with autism and with moderate learning difficulties”. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 37,673-686.
- Rutter, M., Bailey, A. and Lord, C. (2003). *The Social Communication Questionnaire: Manual*. Western Psychological Services, Los Angeles.
- Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2005). *ADI-R: Autism Diagnostic Interview – Revised*. Firenze, Giunti Organizzazioni Speciali Szücs D., Devine A., Soltesz F., Nobes A., Gabriel F.
- (2014) «Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children». *Developmental Science*, 17(4), 506-524.
- Rutter, M., Le_Couteur, A., & Lord, C. (2005). *ADI-R: Autism diagnostic Interview – Revised*. Firenze, Giunti OS Special Organization.
- Salovey, P., & Mayer, J.D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9, 185–211.

- Sandbank, M., Bottema-Beutel, K., Crowley, S., Cassidy, M., Dunham, K., Feldman, J. I., ... & Woynaroski, T. G. (2020). Project AIM: Autism intervention meta-analysis for studies of young children. *Psychological bulletin*, 146(1), 1-29.
- Sanders, H. & Warrington, E. (1975) Retrograde amnesia in organic amnesic patient. *Cortex*, 11 (4), 397-400.
- Sandin, S., Hultman, C. M., Kolevzon, A., Gross, R., MacCabe, J. H., & Reichenberg, A. (2012). Advancing maternal age is associated with increasing risk for autism: a review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(5), 477-486.
- Sandin, S., Lichtenstein, P., Kuja-Halkola, R., Larsson, H., Hultman, C. M., & Reichenberg, A. (2014). The familial risk of autism. *Jama*, 311(17), 1770-1777.
- Sartori, G., Job, R. & Tressoldi, P. E. (2007). Batteria per la valutazione della Dislessia e della Disortografia Evolutiva (II ed.). Firenze, Giunti Organizzazioni Speciali.
- Scale, S. B. I., Scales, W. I., & Gifted, I. W. A. I. (2003). Assessment of intellectual functioning. *Handbook of Psychology. Assessment Psychology*, 10, 417.
- Scheff, T. J. (1985). Universal expressive needs: A critique and a theory. *Symbolic Interaction*, 8(2), 241-262.
- Schopler, E. (1997). Implementation of TEACCH Philosophy, In *Handbook of Autism and Pervasive Developmental Disorders*, 35, 767-795.
- Schopler, E., Reichler, R., & Renner, B. R. (1996). The Childhood Autism Scale (CARS) for diagnostic screening and classification of autism. New York, Irvington.
- Schuh, J. M., & Eigsti, I. M. (2012). Working memory, language skills, and autism symptomatology. *Behavioral Sciences*, 2(4), 207-218.
- Seligman, M., Walker, E. and Rosenhan, D. (2001) *Abnormal psychology*. Norton & Company Inc., New York.
- Shah, A. e Frith, U. (1993). Why Do Autistic Individuals Show Superior Performance on the Block Design Task? *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 34, 8, 1351-1364.
- Shu, B. C., Tien, A. Y., & Chen, B. C. (2001). Executive function deficits in non-retarded autistic children. *Autism*, 5, 165–174.

Silk, T. J., Rinehart, N., Bradshaw, J. L., Tonge, B., Egant, G., O'Boyle, M.W. et al. (2006), "Visuospatial processing and the function of prefrontal-parietal networks, in autism spectrum disorders: A functional MRI study". *American Journal of Psychiatry*, 163(8), 1440-1443.

Skuse, D., Warrington, R., Bishop, D., Chowdhury, U., Lau, J., Mandy, W., Place, M. (2004). The developmental, dimensional and diagnostic interview (3di): a novel computerized assessment for autism spectrum disorders. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 43(5), 548-58.

Smith, T., Klorman, R. e Mruzek, D.W. (2015). Predicting outcome of community based early intensive behavioral intervention for children with autism. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 43, 7, 1271-1282.

Società Italiana di Pedagogia Speciale (a cura di). (2008). Integrazione scolastica degli alunni con disturbi dello spettro autistico. Trento, Erickson.

Sparks, B. F., Friedman, S. D., Shaw, D. W., Aylward, E. H., Echelard, D., Artru, A. A., ... & Dager, S. R. (2002). Brain structural abnormalities in young children with autism spectrum disorder. *Neurology*, 59(2), 184-192.

Stefanini, S.; Bello, A.; Boria, S.; Pattini, E.; Godio, M.; Veroni, V. (2015). Disturbi dello Spettro Autistico: strumenti di individuazione precoce. Trento, Erikson.

Stoet G., Bayley D. H., Moore A. M., Geary D. C. (2016). Countries with higher levels of gender equality show larger national sex differences in mathematics anxiety and relatively lower parental mathematics valuation for girls. *PLoS ONE*, 11(4), e0153857.

Storia della matematica, in Enciclopedia Treccani. [https://www.treccani.it/enciclopedia/storia-della-matematica_\(Enciclopedia-della-Matematica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/storia-della-matematica_(Enciclopedia-della-Matematica)/)

Szücs D., Devine A., Soltész F., Nobes A., Gabriel F. (2014) «Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children». *Developmental Science*, 17(4), 506-524.

Tager-Flusberg, H. (1991). Semantic processing in the free recall of autistic children: Further evidence for a cognitive deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, 9 (3), 417-430.

Tager-Flusberg, H. (1995). 'Once upon a rabbit': Stories narrated by autistic children. *British journal of developmental psychology*, 13(1), 45-59.

Tambelli R. (2017). Manuale di psicopatologia dell'infanzia. Bologna, Il Mulino.

Thomas, G. & Dowker, A. (2000). Mathematics anxiety and related factors in young children; Paper presented at British Psychological Society Developmental Section Conference. Bristol, UK.

Tobias, S. (1986). Anxiety and cognitive processing of instruction, in *Self-related cognition in anxiety and motivation*, 45-64. Psychology Press.

Tonizzi, I., & Usai, M. C. (2023). Math abilities in autism spectrum disorder: A meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 139, 104559.

Toso, C., Sandri, S., Meneghel, M., & Mammarella, I. C. (2023). Vincere l'ansia per la matematica: programma di intervento per le classi 3°, 4° e 5° della scuola primaria. Trento, Erickson.

Towle, P. O., & Patrick, P. A. (2016). Autism spectrum disorder screening instruments for very young children: a systematic review. *Autism research and treatment*, 2016(1), 4624829.

Treffert, D. A. (2009). The savant syndrome: an extraordinary condition. A synopsis: past, present, future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, 364(1522), 1351-1357.

Trigueros, R., Aguilar-Parra, J. M., Mercader, I., Fernández-Campoy, J. M., & Carrión, J. (2020). Set the Controls for the Heart of the Maths. The Protective Factor of Resilience in the Face of Mathematical Anxiety. *Mathematics*, 8(10), 1660.

Troyb, E., Rosenthal, M., Eigsti, I. M., Kelley, E., Tyson, K., Orinstein, A., ... & Fein, D. (2014). Executive functioning in individuals with a history of ASDs who have achieved optimal outcomes. *Child Neuropsychology*, 20(4), 378-397.

Turner, M. L. & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of memory and language*, 28(2), 127-154.

Valesini, S. (2023). Perché I casi di autismo sono in aumento da decenni? <https://www.wired.it/article/autismo-giornata-mondiale-aumento-casi-diagnosi-cause-analisi/>

Van Steensel, F. J., Bögels, S. M., & Perrin, S. (2011). Anxiety disorders in children and adolescents with autistic spectrum disorders: a meta-analysis. *Clinical child and family psychology review*, 14, 302-317.

Vianello, R. & Mammarella, I. C. (2015). Psicologia delle disabilità: Una prospettiva Life Span. Bergamo, Edizioni Junior.

- Vicari, S., Valeri, G., Fava, L. (2012). L'autismo. Dalla diagnosi al trattamento. Bologna, Il Mulino.
- Volk, E., Lurmann, F., Penfold, B., Hertz-Picciotto, I., McConnell, R. (2013). Traffic-related air pollution, particulate matter, and autism. *JAMA Psychiatry*, 70(1), 71-7.
- Volkmar, F. R., & Wolf, J. M. (2013). When children with autism become adults. *World Psychiatry*, 12(1), 79-80
- Wahlstrom, D., Breaux, K. C., Zhu, J., & Weiss, L. G. (2012). The Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence—Third Edition, the Wechsler Intelligence Scale for Children—Fourth Edition, and the Wechsler Individual Achievement Test—Third Edition. In *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (3rd ed.), 224–248. The Guilford Press.
- Wang Z., Harts S. A., Kovas Y., Lukowski S., Soden B., Thompson L. A., Petrill S. A. (2014). Who is afraid of math? Two sources of genetic variance for mathematical anxiety. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(9), 1056-1064.
- Wang, H., Jing, H., Yang, J., Liu, C., Hu, L., Tao, G., ... & Shen, N. (2024). Identifying autism spectrum disorder from multi-modal data with privacy-preserving. *Npj Mental Health Research*, 3(1), 15.
- Wang, L., Liang, X., Jiang, B., Wu, Q., Jiang, L. (2023). What ability can predict mathematics performance in typically developing preschoolers and those with autism spectrum disorder? *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 53(5), 2062-2077.
- Wang, Y., Zhang, Y. B., Liu, L. L., Cui, J. F., Wang, J., Shum, D. H., ... & Chan, R. C. (2017). A meta-analysis of working memory impairments in autism spectrum disorders. *Neuropsychology review*, 27, 46-61.
- 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).
- Wechsler, D. (2008). WAIS-IV: Wechsler Adult Intelligence Scale. San Antonio, TX, Pearson.
- Wechsler, D. (2012). WISC-4.: Wechsler Intelligence Scale for Children: manuale di somministrazione e scoring (A. Orsini & L. Pezzuti, A c. Di; 4 ed.).

- Weitlauf, A.S., Vehorn, A. C., Taylor, J.L. and Zachary, E. W. (2014). Relationship satisfaction, parenting stress, and depression in mothers of children with autism. *Autism*, 18(2), 194-198.
- Welsh, M. C., & Pennington, B. F. (1988). Assessing Frontal Lobe Functioning in Children: Views from Developmental Psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230.
- Williams, D. L., Goldstein, G., Carpenter, P. A., & Minshew, N. J. (2005). Verbal and spatial Working memory in autism. *Journal of Autism and developmental Disorders*, 35 (6), 747-756.
- Williams, D.L., Goldstein, G., Minshew, N.J. (2006). Neuropsychologic functioning in children with autism: further evidence for disordered complex information processing. *Child Neuropsychology*, 12(4-5), 279-298.
- Williams, P.G., Dalrymple, N., Neal, J. (2000). Eating Habits in Children with. *Pediatric Nursing*, 26(3),259-264.
- Wimmer, H., Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13 (1), 103-128.
- Wing, L. (1981). Asperger's syndrome: A clinical account. *Psychological Medicine*, 11(1), 103–129.
- Wing, L. (2001). The Autistic spectrum.
- Wing, L. (2002). The autistic spectrum (new updated edition). London, Constable & Robinson.
- Wing, L., Leekam, S., Libby, S., Gould, J., & Larcombe, M. (2002). Diagnostic interview for social and communication disorders: Background, inter-rater reliability and clinical use. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43, 307–325.
- Witkin, H. A., Oltman, P. K., Raskin, E., & Karp, S. A. (1971). A manual for the embedded figures tests. Palo Alto, CA, Consulting Psychologists Press.
- Wong, C. C., Meaburn, E. L., Ronald, A., Price, T. S., Jeffries, A. R., Schalkwyk, L. C., Mill, J. (2014). Methyloomic analysis of monozygotic twins discordant for autism spectrum disorder and related behavioural traits. *Molecular Psychiatry*, 19(4), 495-503.
- World Health Organization. (1992).The International Classification of Disease (ICD-10) Classification of Mental and Behavioral Disorders: Clinical Descriptions and Diagnostic Guidelines. Delhi, Oxford University Press.

Zan, R., (2007). *Difficoltà in matematica. Osservare, interpretare, intervenire.* Italia. Springer-Verlag.

Zan, R., Brown, L., Evans, J., & Hannula, M. S. (2006). Affect in mathematics education: An introduction. *Educational studies in mathematics*, 113-121.

Zeidner, M. (1998). The Origins and Development of Test Anxiety. Test Anxiety. *The State of the Art*, 145-170.

Zhang, J., Zhao, N., & Kong, Q. P. (2019). The Relationship Between Math Anxiety and Math Performance: A Meta-Analytic Investigation. *Frontiers in Psychology*, 10,1613.

Zhang, X., Lv, C. C., Tian, J., Miao, R. J., Xi, W., Hertz-Picciotto, I., & Qi, L. (2010). Prenatal and perinatal risk factors for autism in China. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(11), 1311–1321.

Ringraziamenti

Dedico quest'ultima pagina a tutte le persone a cui va il mio *sentito grazie*.

Alla *Prof.ssa Mammarella Irene Cristina*, mia relatrice, per avermi accettata come laureanda, e avermi dato la possibilità di prendere parte al suo progetto di ricerca, in linea con il mio tirocinio formativo, e per avermi guidata in questo percorso.

Alla *Dott.ssa Lievore Rachele*, mia correlatrice, che con disponibilità, passione e gentilezza mi ha consigliata e coadiuvata, dando al mio lavoro un prezioso contributo scientifico.

Alla *Dott.ssa Andreato Jennifer*, mia tutor di tirocinio e mio mentore, che ringrazio di cuore per avermi fatto partecipare ad esperienze formative indimenticabili a livello professionale e umano, e per avermi saputa ascoltare, accogliere e guidare nei momenti più impegnativi del percorso.

Alla *Dott.ssa Andreatta Marta*, anche lei parte attiva nella mia formazione, per avermi aiutata a reperire il campione clinico dei partecipanti, la cui ricerca ha comportato numerose difficoltà.

Alla *Prof.ssa Petruzzo Tiziana*, Dirigente Scolastico del Liceo Scientifico Statale "E. Fermi" di Padova, per avermi permesso di reperire il campione di controllo tra gli studenti del suo Istituto.

Ai Ragazzi e alle loro Famiglie, per la preziosa collaborazione, senza il loro altruismo non avrei potuto intraprendere il mio studio.

Alla mia *Famiglia tutta...nonni, zii, cugini*, modello solido e autentico di relazione e condivisione, per l'unicità, la bellezza e la genuinità dei nostri legami.

Ai miei genitori, gioiello luminoso, che sempre mi hanno guidata con amore e pazienza nelle scelte e nelle sfide della vita, la ragazza che oggi sono lo devo a voi, al vostro amore, alla vostra vicinanza e agli insegnamenti che negli anni mi avete trasmesso.

A *Martamaria e Lucrezia*, a cui sono legata da un sentimento di affetto intenso, difficile a dirsi a parole, e da un profondo attaccamento intimamente radicato nell'animo, per ogni momento di spensieratezza passato e per tutti quelli che seguiranno, e per saper guardare insieme, aldilà dei punti di vista.

A *Francesco*, il mio ragazzo, per avermi accompagnata con dedizione, dolcezza, fiducia e ottimismo e per aver condiviso e sostenuto ogni mia scelta di vita.

A *Lorenzo, Gianluca e Alessandra*, per aver contribuito con le loro conoscenze alla realizzazione tecnica della mia tesi.

A *Gaia*, l'amica del cuore che, nonostante la distanza, è sempre presente in ogni mia giornata, la sua magnetica solarità mi riempie il cuore e mi dà la forza per non mollare mai;

A *Francesca e Ylenia*, le mie care amiche "padovane", con le quali ho condiviso momenti indimenticabili, il vostro affetto e la vostra spensieratezza sono stati fondamentali in questo mio percorso, facendomi vivere e assaporare ogni giorno le cose belle, vere ed essenziali della vita.

Ad *Alessia*, uno dei fiori più belli mai sbocciati nel giardino della mia vita, stella polare nel mio aperto mare, confidente fidata e discreta, immancabile compagna di avventure.

Ai *miei amici e amiche*, ognuno prezioso e insostituibile con la propria vicinanza e unicità, le vostre parole, i vostri pensieri e consigli sono stati, sono e saranno per me delle dolci carezze.

A *me stessa*, che alle strade dritte e asfaltate preferisco quelle con curve e brecciolino, posso dire di essere orgogliosa e fiera della determinazione, della tenacia e dell'ostinazione messe in campo per raggiungere questo traguardo, l'augurio che mi faccio è quello di proiettarmi con passione e autenticità verso il futuro.

Per aspera ad astra!