

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale, DPG

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, DPSS

Corso di Laurea Magistrale in Neuroscienze e Riabilitazione Neuropsicologica

Tesi di Laurea Magistrale

**Pattern di elaborazione sensoriale
in bambini a sviluppo tipico e atipico in età prescolare:
Relazioni con lo sviluppo del linguaggio e con l'adattamento**

*Sensory processing patterns in preschoolers
with typical and atypical development:
Relationships with language development and adaptation*

Relatore:

Prof.ssa Ramona Cardillo

Laureanda: Sofia De Faveri

Matricola: 2082033

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
--------------------------	----------

CAPITOLO 1

<i>L'Elaborazione sensoriale e il Disturbo della Processazione Sensoriale.....</i>	5
---	----------

1.1 L'elaborazione sensoriale	6
1.1.1 L' Integrazione Sensoriale	7
1.2 Il Modello di Dunn	9
1.3 Il Disturbo della Processazione Sensoriale.....	11
1.3.1 L' SPD nei bambini con ASD	13
1.3.2 L'SPD: un disordine transdiagnostico.....	14
1.4 Il Modello di Miller	15
1.5 I profili di Iper-responsività, Ipo-responsività e Ricerca Sensoriale	16
1.6 Prevalenza dell'SPD	18
1.7 Strutture e processi neuronali coinvolti nell'elaborazione sensoriale	20
1.7.1 Evidenze neurofisiologiche dell'SPD	22
1.8 L'Assessment dei profili di elaborazione sensoriale	25
1.8.1 Gli strumenti di valutazione indiretta dell'SPD	26
1.8.2 Gli strumenti di valutazione diretta dell'SPD	28

CAPITOLO 2

<i>Il Linguaggio e il Comportamento adattivo.....</i>	31
--	-----------

2.1 Il linguaggio.....	31
2.1.1 Le Tappe dello sviluppo del linguaggio dai 0 ai 4 anni	32
2.2 Difficoltà nello sviluppo del linguaggio.....	35
2.2.1 Il Ritardo del Linguaggio	36
2.2.2 Il Disturbo del Linguaggio	38
2.2.2.1 Prevalenza del DL	40
2.2.2.2 Problemi associati e comorbidità con il DL	41

2.3 Gli effetti delle difficoltà di processazione sensoriale sul dominio comunicativo-linguistico.	42
2.4 Il comportamento adattivo.....	44
2.4.1 Il comportamento adattivo: indice del funzionamento sociale del bambino.....	46
2.4.2 La valutazione del comportamento adattivo	48
2.5 Il comportamento adattivo e le difficoltà di processazione sensoriale.....	49

CAPITOLO 3

<i>Studio 1</i>	53
3.1 Obiettivi e ipotesi.....	54
3.2 Partecipanti	55
3.3 Metodo.....	55
3.3.1 Strumenti	56
3.3.1.1 Prove di screening	57
3.3.1.2 Prove sperimentali.....	58
3.3.2 Procedura.....	65
3.4 Risultati.....	66
3.4.1 Statistiche descrittive.....	67
3.4.1.1 Prove di screening	67
3.4.1.2 SAND	67
3.4.1.3 SP-2	68
3.4.1.4 GRIFFITHS-III.....	69
3.4.1.5 VABS-II	70
3.4.2 Analisi delle correlazioni	71
3.4.2.1 Risultati delle correlazioni.....	72
3.5 Discussione dei risultati.....	77
3.5.1 Discussione delle statistiche descrittive	77
3.5.2 Discussione delle analisi di correlazione	79
3.6 Limiti e prospettive future	82

CAPITOLO 4

<i>Studio 2</i>	85
4.1 Obiettivi e ipotesi.....	86

4.2 Partecipanti	86
4.3 Metodo.....	87
4.3.1 Strumenti	87
4.3.2 Procedura.....	88
4.4 Risultati.....	89
4.4.1 Statistiche descrittive.....	89
4.4.1.1 Prove di screening	89
4.4.1.2 SAND	90
4.4.1.3 SP-2	91
4.4.1.4 Griffiths-III	92
4.4.1.5 VABS-II	93
4.4.2 Discussione dei risultati	94
4.4.2.1 Discussione delle prove di screening	94
4.4.2.2 Discussione delle prove sperimentali	95
4.5 Limiti e prospettive future	97
CONCLUSIONI.....	101
BIBLIOGRAFIA	105

INTRODUZIONE

L'elaborazione sensoriale è il meccanismo attraverso il quale il sistema nervoso centrale riceve, organizza e interpreta le informazioni provenienti dai sensi al fine di generare risposte comportamentali adeguate all'ambiente circostante (Miller et al., 2007). Questo processo consente all'individuo di interagire in modo efficace con il contesto esterno, regolando in maniera appropriata le sue risposte motorie, emotive e cognitive (Galiana-Simal et al., 2020).

Alterazioni del processo di elaborazione sensoriale sono indicate oggi giorno con il termine di “disfunzione di processazione/integrazione sensoriale” e sono riconosciute a livello diagnostico come *Sensory Processing disorder* (SPD – Disturbo della processazione sensoriale (Zero to Three, 2016). Tali difficoltà si manifestano come conseguenza del fatto che il cervello non è in grado di elaborare in modo appropriato le informazioni provenienti dai sensi (SPD Foundation, 2022); pertanto l'individuo risponderà agli stimoli ambientali attraverso reazioni eccessive di ipersensibilità o insufficienti di iposensibilità, o ancora manifestando difficoltà di coordinazione motoria, di espressione, di regolazione del comportamento (Baum et al., 2015; Miller et al., 2007).

Evidenze in letteratura descrivono come pattern di elaborazione sensoriale atipici in età evolutiva possano influenzare la partecipazione alle routine e alle attività della vita quotidiana (Miller et al., 2009) e, a cascata, inficiare numerosi ambiti di funzionamento quali: attenzione, memoria di lavoro, linguaggio, apprendimento, coordinazione motoria, abilità sociali ed emotive (Galiana-Simal et al., 2020; Schulz et al., 2023).

La necessità di approfondire il fenomeno dell'elaborazione sensoriale deriva dal fatto che la letteratura recente ha evidenziato che questa è un'area che, non solo gioca un ruolo cruciale sulla qualità della vita dell'individuo, ma anche che è un ambito in cui diversi disturbi del neurosviluppo sembrano presentare difficoltà associate. Si è riscontrato che difficoltà di processazione e integrazione sensoriale sono da considerarsi un fenomeno transdiagnostico (Purpura et al., 2022; Van Den Boogert et al., 2022).

In questo senso, risulta di cruciale importanza comprendere, riconoscere ed individuare precocemente caratteristiche sensoriali peculiari, in quanto queste potrebbero costituire una *red flag* per una possibile manifestazione successiva di un Disturbo del Neurosviluppo nel bambino (Purpura et al., 2022).

L'obiettivo del presente elaborato è stato quello di fornire un contributo alla ricerca sull'elaborazione nei bambini in età prescolare a sviluppo tipico e con diagnosi di Disturbo del neurosviluppo quale il Disturbo del Linguaggio, attraverso l'utilizzo di uno strumento di osservazione indiretta il *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), e uno di osservazione diretta il SAND (Siper & Tavassoli, 2021) della sensorialità. Inoltre, si è voluto analizzare l'associazione tra gli aspetti sensoriali e il profilo di sviluppo globale del bambino oltre che la relazione con il suo profilo di adattamento, esaminando se e come profili di ipersensorialità, iposensorialità e *seeking* influenzino i vari domini dello sviluppo con particolare riferimento ai domini comunicativo-linguistico, di socializzazione e delle abilità di vita quotidiana.

Nel primo capitolo si è offerta una panoramica sul tema dell'elaborazione sensoriale e sul Disturbo della processazione sensoriale (SPD). Si sono approfonditi gli aspetti dell'evoluzione di questo costrutto, della diagnosi di SPD oltre che delle strutture e processi neuronali coinvolti nel fenomeno. Si sono presentate poi le procedure di assesment presenti in letteratura.

Il secondo capitolo ha trattato invece il dominio del linguaggio e dell'adattamento del bambino portando altresì evidenze a sostegno dell'ipotesi per cui difficoltà di processazione sensoriale impattino sullo sviluppo comunicativo-linguistico e sul suo livello di adattamento dell'individuo.

Di seguito, il lavoro di ricerca si è articolato in due studi. In particolare, nel primo studio è stato preso in considerazione un relativamente ampio campione a sviluppo tipico; viceversa, il secondo Studio ha visto la partecipazione anche di un campione clinico, con diagnosi di Disturbo del Linguaggio, confrontato con un campione senza nessuna diagnosi pregressa.

Tali studi saranno presentati nel Capitolo 3 e 4. In ciascuno di tali capitoli saranno dapprima descritte le caratteristiche dei partecipanti, delle prove somministrate e delle procedure seguite.

Seguirà l'esposizione dei risultati e delle procedure statistiche adoperate per l'analisi. I risultati saranno discussi alla luce delle ipotesi di partenza e della letteratura di riferimento e, infine, saranno evidenziati i limiti ed avanzate possibili prospettive future per la ricerca.

A conclusione della trattazione, saranno sinteticamente riportati i principali risultati ottenuti.

CAPITOLO 1

L'Elaborazione sensoriale e il Disturbo della Processazione Sensoriale

Attraverso le esperienze e le sensazioni vissute, ogni individuo raccoglie un numero consistente di informazioni tramite gli organi di senso, le quali vengono elaborate dal sistema nervoso centrale (SNC) al fine di permettere ad ogni individuo di rappresentare, comprendere e interagire adeguatamente con l'ambiente (Smith, 2019)

La capacità di percepire e processare accuratamente gli stimoli sensoriali è pertanto fondamentale per la comprensione del mondo esterno e del comportamento umano. Inoltre, la percezione sensoriale costituisce la base essenziale per l'apprendimento, per la comunicazione (Ayres, 1972), oltre che per il comportamento adattivo dell'individuo nell'ambiente (Galiana-Simal et al., 2020).

Fin dalla vita uterina il nostro cervello è sottoposto a molteplici stimoli ed è proprio grazie a questi e alla loro successiva elaborazione che il bambino sarà in grado sempre più di comprendere la realtà che lo circonda e di rispondervi in modo adeguato (Graven & Browne, 2008).

Un neonato, nel periodo postnatale è in grado di vedere, sentire e percepire gli stimoli esterni ma non è ancora capace di organizzare coerentemente i segnali in quanto i suoi sistemi, sensoriale e nervoso, sono ancora immaturi (Gori et al., 2008; Neil et al., 2006; Putzar et al., 2007; Stein, Stanford & Rowland, 2009). Di conseguenza le informazioni che ricevono dall'ambiente e dal proprio corpo non hanno ancora molto significato. Esponendo il bambino a vari input sensoriali, gradualmente imparerà ad organizzarli nel cervello e a dargli un significato specifico.

In questo senso, con il procedere parallelo dello sviluppo cerebrale, fisico, cognitivo ed emozionale, il bambino diventerà sempre più in grado di concentrarsi su una sensazione e di conseguenza, le sue risposte motorie e comportamentali saranno sempre più appropriate: il suo movimento sarà sempre meno goffo e più raffinato e adatto alle richieste dell'ambiente, sarà sempre più in grado di gestire una quantità maggiore di input sensoriali in una sola volta, di regolare il suo comportamento in funzione delle richieste ambientali e a catena di controllare le sue risposte emozionali (Ayres et al., 2012).

Un'efficace integrazione ed elaborazione degli input sensoriali è fondamentale affinché il bambino possa funzionare in modo adattivo e muoversi nel mondo senza difficoltà (Miller et al., 2009).

Comportamenti cruciali per la sopravvivenza di base, tra cui una migliore rilevazione, localizzazione e orientamento verso stimoli ambientali pertinenti, sono infatti tutte conseguenze di una integrazione ed un'elaborazione sensoriale appropriata (Miller et al., 2009; Stein & Meredith, 1993).

1.1 L'elaborazione sensoriale

Il processo di elaborazione sensoriale è definito come la capacità del cervello di registrare, organizzare, interpretare e rispondere in modo adattivo alle informazioni ricevute dai nostri sensi (Miller et al., 2007).

Alla base della catena di questo complesso processo, vi sono i recettori sensoriali, i quali hanno il ruolo di catturare sia gli stimoli esterni dall'ambiente, sia gli stimoli interni provenienti dal nostro corpo e di trasformarli in informazione sensoriale (Galiana-Simal et al., 2020). I sensi fungono da portali attraverso i quali il cervello campiona l'ambiente. Ciascun sistema sensoriale trasduce una diversa forma di energia e quindi fornisce un campione indipendente dello stesso evento. I sensi possono compensarsi a vicenda quando necessario, e completarsi quando riferiscono lo stesso evento (Stein & Rowland, 2011). Perché avvenga un'efficace elaborazione sensoriale a livello del cervello, è dunque fondamentale che tutti i sistemi sensoriali comunichino e lavorino insieme (Baum, Stevenson & Wallace, 2015).

Si sottolinea che i sistemi sensoriali che partecipano a questo articolato processo sono 7: i 5 tradizionali (vista, udito, tatto, gusto e olfatto) e in aggiunta il sistema propriocettivo e il sistema vestibolare, rispettivamente definiti come la capacità di interpretare dove le parti del corpo sono in relazione tra loro e, la capacità di processare le informazioni relative al movimento e all'equilibrio del corpo (Angelaki et al., 2008; Calvert et al., 2000; Proske et al., 2012).

A livello del sistema nervoso (SN), le informazioni provenienti dai vari canali sensoriali, vengono elaborate e successivamente integrate, in modo tale da permettere agli individui di formulare risposte motorie e comportamentali appropriate alle richieste ambientali (Baum, Stevenson & Wallace, 2015).

Sulla base di queste premesse, è chiaro quindi come un'intatta integrazione sensoriale sia fondamentale per uno sviluppo cognitivo ed emozionale adeguato. Un'integra elaborazione sensoriale permette infatti al bambino uno sviluppo e un funzionamento efficiente dei processi cognitivi di base (percezione, attenzione, memoria, linguaggio) e a catena dei processi cognitivi superiori e più complessi, come le funzioni esecutive (il pensiero critico, la flessibilità, il problem solving, il ragionamento, il processo decisionale e la creatività), e dello sviluppo socio-emotivo.

La Dr. Ayres, pioniera del concetto e delle ricerche sull' integrazione sensoriale, parla di tale costrutto definendolo come "il processo neurologico che organizza la sensazione proveniente dal corpo e dall'ambiente e che rende possibile un uso efficace del corpo nell'ambiente" (Ayres, 1972) sottolineando, con il termine "uso", proprio il suo ruolo fondamentale per un funzionamento efficace e adattivo dell'individuo nelle attività di vita quotidiana (come vestirsi la mattina, giocare al parco giochi, partecipare a sport di squadra, ecc) (Miller et al., 2009).

Alcuni autori in letteratura identificano 4 fasi caratterizzanti il processo di elaborazione sensoriale (Del Moral Orro et al., 2013)

- Registrazione (il cervello riceve informazioni sensoriali dagli organi di senso);
- Modulazione (permette la regolazione dell'intensità dello stimolo);
- Discriminazione (lo stimolo è organizzato e interpretato per distinguerne la rilevanza, le caratteristiche e le qualità specifiche)
- Risposta (il cervello integra tutti gli stimoli elaborati per generare una risposta adeguata che porterà a un particolare comportamento e movimento).

In questo senso, il sistema sensoriale, seguendo un modello di input, elaborazione e output, dunque, funziona proprio come un intricato meccanismo di elaborazione delle informazioni, per gestire ciò che proviene dall'esterno (Di Renzo et al., 2017).

1.1.1 L' Integrazione Sensoriale

L'integrazione sensoriale (IS), è un concetto sviluppato dalla famosa terapeuta occupazionale Jean Ayres negli anni '60 e '70 (Ayres, 1963).

Ayres credeva che l'IS fosse cruciale per lo sviluppo e l'apprendimento dei bambini, per lo sviluppo delle loro capacità motorie e di un comportamento adattivo. Ella

dedicò la sua intera vita alla ricerca e al servizio dei bambini con disturbi del neurosviluppo (DNS) e delle loro famiglie con l'obiettivo di sviluppare un modello di intervento che potesse aiutare bambini affetti da difficoltà di IS.

Sulla base delle sue considerevoli conoscenze in neuroscienze, la “Teoria dell’Integrazione sensoriale” (*Ayres Sensory Integration, ASI*, (Ayres, 1979); *Figura 1.1*) si basava sull’idea che i sistemi sensoriali interagiscono quasi istantaneamente per dare senso ad ogni esperienza e che questo richiedesse per l’appunto l’integrazione di informazioni provenienti da più sistemi sensoriali.

Per spiegare in che modo il cervello organizza le sensazioni, Ayres lo paragonò ad un vigile che dirige il traffico: se il flusso delle sensazioni è disorganizzato, la vita può trasformarsi in un “ingorgo stradale nell’ora di punta”, se invece il vigile dirige in modo corretto ed efficiente il traffico, il cervello può utilizzare le sensazioni per creare percezioni, azioni e conoscenza in modo adeguato. In questo modo, Ayres propose che un deficit di IS fosse spiegabile da un funzionamento inefficiente del SNC (Ayres, 1958; Miller et al., 2009).

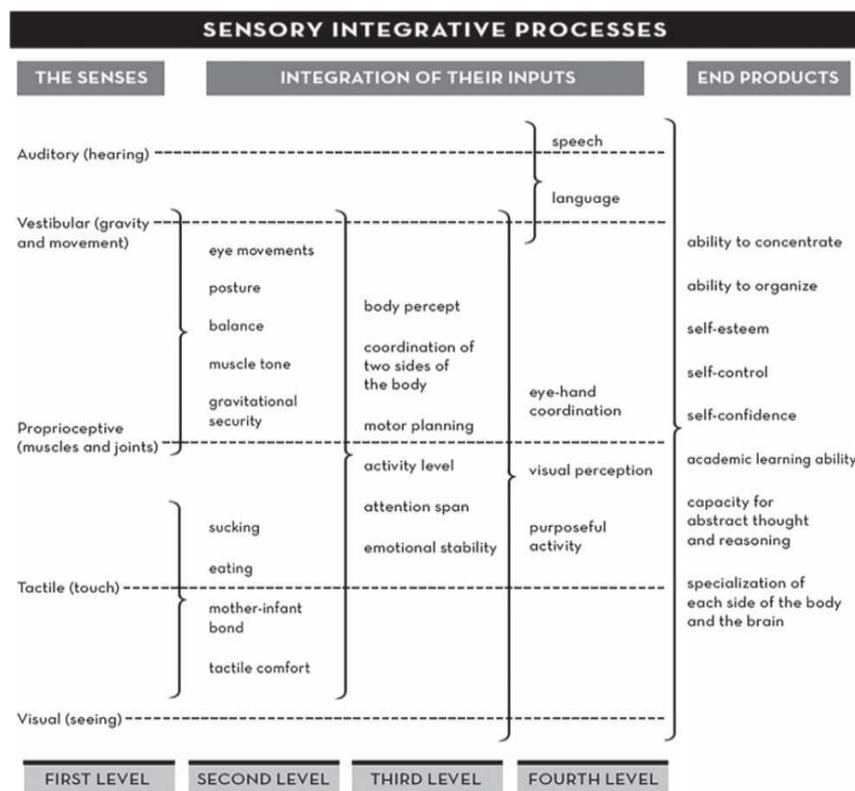


Figura 1.1 Rappresentazione schematica della teoria ASI (Ayres, 1979; Smith, 2019)

Il concetto di IS proposto da Ayres può oggi essere considerato l'equivalente concettuale dell'elaborazione sensoriale (Passarello et al., 2022). Di fatto, molti ricercatori e medici sono passati dall'utilizzare il termine "integrazione sensoriale" al termine "elaborazione sensoriale" (vedi Miller et al., 2009) in maniera congiunta; Questa combinazione viene utilizzata perché il termine "integrazione sensoriale" continua ad essere incluso nella letteratura e nella pratica clinica insieme al termine "elaborazione sensoriale" (Camarata et al., 2020; Miller & Wallace, 2020). Dunque, d'ora in poi in questo elaborato utilizzeremo il termine "elaborazione sensoriale" comprendendo al suo interno anche il significato di "integrazione sensoriale".

1.2 Il Modello di Dunn

Sulla base della teoria e delle varie ricerche condotte da Ayres dagli anni '70 in poi, numerosi esperti di elaborazione sensoriale hanno ulteriormente sviscerato e sviluppato la teoria ASI ai fini di una maggiore comprensione del costrutto.

In particolare, il terapeuta occupazionale Winnie Dunn nel 1997 ha formulato uno dei modelli più riconosciuti di elaborazione sensoriale: il *Dunn's four quadrant Model of Sensory processing* (Dunn, 1997). La sua concettualizzazione si fondava sull'analisi dell'interazione di due costrutti: la soglia neurologica di percezione dello stimolo individuale, e la risposta comportamentale; Con soglia neurologica si indica la quantità di stimolo necessaria al SN per notare e reagire allo stimolo, mentre con risposta comportamentale si fa riferimento al modo in cui l'individuo risponde in relazione alla propria soglia in termini di strategia di autoregolazione (Di Renzo et al., 2017).

Nello specifico, il concetto di soglia è descritto come una variabile che cambia su un continuum dal basso verso l'alto. Dunque, a seconda del livello della soglia individuale si possono distinguere individui che sono più veloci a notare e a rispondere agli stimoli (caratterizzati da basse soglie) e individui che sono invece meno reattivi (caratterizzati da alte soglie). In aggiunta, si sottolinea che la soglia è specifica per ogni modalità sensoriale: un individuo può essere più facilmente attivabile da alcuni stimoli sensoriali ma non da altri.

Anche il costrutto di risposta comportamentale è descritto come una variabile continua in cui si possono discriminare due estremi; Da una parte si collocano gli individui che rispondono all'ambiente attuando una strategia passiva (per esempio, che

rispondono internamente senza attuare reali cambiamenti per regolare i loro ambienti), mentre all'altra estremità si individuano quelle persone che utilizzano una strategia più attiva di risposta agli eventi, ad esempio regolando dinamicamente il tipo e la quantità di input sensoriale percepibile (Dunn, 1997; Meltz et al., 2019).

Sulla base di queste nozioni, Dunn ha dunque formulato un modello secondo il quale a partire dall'interazione tra soglia neurologica e strategia di autoregolazione si possono definire diversi stili di risposta che delineano 4 differenti pattern di elaborazione sensoriale, ciascuno con caratteristiche specifiche (*Figura 1.2*):

- Pattern di “Registrazione”: rappresenta alte soglie neurologiche con autoregolazione passiva. I bambini con questo pattern di elaborazione vengono chiamati “Spettatori”; Essi non riconoscono ed elaborano tutte le informazioni sensoriali in arrivo, di conseguenza appaiono meno infastiditi dagli input sensoriali rispetto agli altri, e sembrano più tolleranti (Dunn, 2020). Questi bambini possono sembrare disinteressati e non attenti al loro ambiente (Meltz et al., 2019).
- Pattern di “Ricerca”: rappresenta soglie neurologiche elevate con autoregolazione attiva. I bambini rispecchianti questa configurazione vengono definiti “Attivi”, e contrariamente ai precedenti, cercano attivamente di ottenere continue e sempre maggiori stimolazioni per soddisfare il loro elevato livello di soglia (Dunn, 2007; Dunn, 2020; Yeung & Thomacos, 2020).
- Pattern di “Sensibilità” rappresenta soglie neurologiche basse con autoregolazione passiva. I bambini caratterizzati da questo pattern di elaborazione, etichettati come “Sensoriali”, risultano sopraffatti dalle informazioni sensoriali ma non cercano attivamente di evitare la stimolazione, mostrando spesso frustrazione. Questi bambini possono essere facilmente distratti, irritabili e infastiditi in ambienti rumorosi o luminosi (Dunn, 2007; Dunn, 2020; Meltz et al., 2019).
- Pattern di “Evitamento”: rappresenta soglie neurologiche basse con autoregolazione attiva. In questo caso i bambini vengono chiamati “Evitanti”

(Dunn, 2020); Essi non tollerano la stimolazione e adottano strategie attive di evitamento (Dunn, 2020; Meltz et al., 2019; Yeung & Thomacos, 2020).

Questo modello ci aiuta a comprendere meglio, dal punto di vista teorico, il funzionamento dell'individuo nel suo ambiente, dato il suo profilo di elaborazione sensoriale (Dunn, 2007). Anche se il modello non fornisce informazioni esaustive per comprendere la complessità di quelle che sono le molteplici reazioni dei bambini (Dunn, 2020) risulta comunque utile poiché la collocazione dell'individuo in uno di questi 4 pattern contribuisce alla comprensione della natura del profilo sensoriale del bambino e quando necessario, aiuta nel delineare le modalità dell'approccio di trattamento più efficace a esso (Brown, Swayn & Pérez Mármol, 2021; Dunn, 2007; Miller 2007).

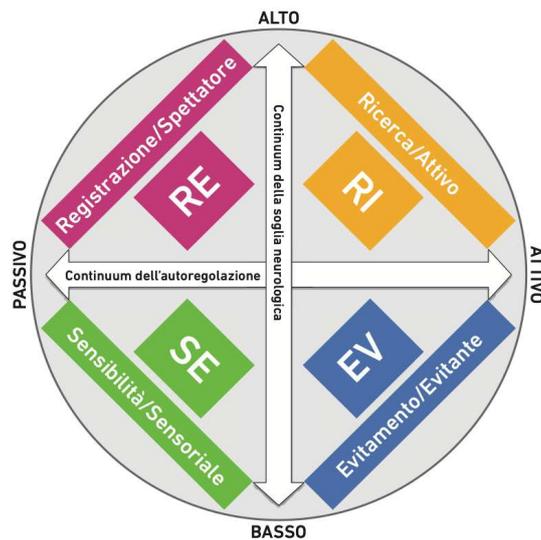


Figura 1.2 Schema del modello di elaborazione sensoriale di Dunn (Dunn, 2014)

1.3 Il Disturbo della Processazione Sensoriale

Quando l'elaborazione sensoriale è compromessa, l'individuo può avere difficoltà a comportarsi in linea con le richieste dell'ambiente, e ciò potrebbe contribuire a difficoltà funzionali più ampie (Ben-Sasson et al., 2009; Tomchek & Dunn, 2007).

Evidenze in letteratura, infatti dimostrano come pattern di elaborazione sensoriale atipici in età evolutiva possano influenzare la partecipazione alle routine e alle attività quotidiane, compromettendo a cascata diversi ambiti di funzionamento cognitivo e non, come l'attenzione, la memoria di lavoro, il linguaggio, l'apprendimento, la coordinazione

motoria, le abilità sociali ed emotive (Camarata, Miller & Wallace, 2020; Galiana-Simal et al., 2020; Schulz et al., 2023).

Il disordine che delinea questo profilo viene chiamato *Sensory Processing disorder* (SPD – Disturbo della Processazione Sensoriale) ed è stato specificatamente definito come la condizione per cui gli input multisensoriali non sono adeguatamente elaborati dal cervello per fornire risposte comportamentali e motorie adeguate alle richieste dell'ambiente (SPD Foundation, 2022).

Oggi l'SPD è riconosciuto clinicamente dal manuale *DC:0-5TM Diagnostic Classification of Mental Health and Developmental Disorders of Infancy and Early Childhood-Revised*, (Zero to Three, 2016) oltre che dall'*Interdisciplinary council on developmental and early disorders* (Greenspan & Wieder, 2008).

All'interno del DC:0-5TM sono specificati in modo dettagliato i criteri diagnostici che il bambino deve rispettare per poter ricevere la diagnosi di SPD (DC:0-5, Zero To Three, 2016). In linea generale quest'ultima viene effettuata quando il bambino presenta comportamenti che riflettono anomalie nella processazione e nella regolazione dell'input sensoriale e che comportano conseguenze che vanno a compromettere il suo funzionamento nelle attività quotidiane.

Nel manuale sopracitato, vengono riportati tre distinti disturbi correlati alla deficitaria processazione sensoriale, i quali sono caratterizzati da 3 tipologie di comportamenti che il bambino può manifestare in risposta allo stimolo: iper-responsività, ipo-responsività o risposte atipiche agli stimoli (per una descrizione dettagliata vedi capitolo 1.5).

Inoltre, è specificato che gli SPD possono insorgere durante tutta l'infanzia, ed esattamente “il bambino deve avere un'età di almeno 6 mesi e il pattern di ipo o iper-responsività sensoriale deve essere presente da almeno 3 mesi”.

Tuttavia, attualmente, gli SPD non sono ancora direttamente presenti all'interno dei principali manuali diagnostici psichiatrici, come il DSM-V-TR (American Psychiatric Association (APA), 2023) o nell'ICD-11 (Yeung & Thomacos, 2020).

Aspetti legati all'alterazione della processazione sensoriale, sono presenti ad oggi nel DSM-V-TR solo indirettamente, in relazione alla descrizione dei Disturbi dello Spettro Autistico (*Autism Spectrum Disorder*, ASD)

1.3.1 L' SPD nei bambini con ASD

I Disturbi dello Spettro Autistico (ASD) sono disordini del neurosviluppo che attualmente vengono definiti secondo alcuni principali criteri (DSM-5-TR; APA, 2023):

- A) La presenza di deficit persistenti nella comunicazione e nell'interazione sociale; Tali deficit devono compromettere in modo pervasivo e costante almeno tre abilità associate: la reciprocità socio-emotiva, la comunicazione non-verbale, lo sviluppo e la comprensione delle relazioni con gli altri;
- B) La presenza di pattern di comportamento, interessi o attività ristretti e ripetitivi; Devono essere presenti almeno due aspetti tra: movimento, uso degli oggetti o eloquio stereotipati o ripetitivi; aderenza alla routine priva di flessibilità o rituali di comportamento; interessi molto limitati, fissi, anomali per intensità o profondità; Iper- o iporeattività in risposta a stimoli sensoriali o interessi insoliti verso aspetti sensoriali dell'ambiente.

A seconda del livello di compromissione sia nell'area della comunicazione sociale che nei pattern di comportamento ristretti e ripetitivi avremo tre livelli di gravità, in cui il livello 1 sarà quello più moderato e il livello 3 il più grave.

Questi sintomi devono essere presenti nella prima infanzia (criterio C) e devono compromettere il funzionamento della persona in ambito sociale, lavorativo o in altre importanti aree (criterio D). In aggiunta, viene specificato (criterio E) che le sopracitate alterazioni non devono essere meglio spiegate da disabilità intellettiva o da ritardo globale dello sviluppo (APA, 2013).

Come sopraddetto, all'interno della descrizione del criterio B per la diagnosi del disturbo, sono compresi altresì gli aspetti legati all'alterazione della processazione sensoriale. Si comprende quindi, come tali anomalie sensoriali possano assumere un ruolo fondamentale per il disturbo. Numerose evidenze in letteratura sottolineano come le persone con ASD presentano significative difficoltà nell'elaborazione sensoriale, coinvolgenti anche più modalità, e come queste influenzano la qualità della loro vita (Yela-González et al., 2021; Yeung & Thomacos, 2020; Chang et al., 2014).

Già a partire dagli anni '60 sono stata rilevate da parte di individui con diagnosi ASD una serie di risposte comportamentali insolite a stimoli sensoriali, ad esempio

l'annusare, il ricercare il contatto in maniera eccessiva, oppure il rifiuto di fonti di rumori, di odori e di contatto (Rogers, Hepburn & Wehner, 2003). Alcuni genitori riportavano anche la ricerca di peculiari modi di autostimolazione sensoriale peculiare, come il bisogno dei loro figli di intrufolarsi sotto i materassi, di arrotolarsi nelle coperte o di infilarsi in posti molto stretti (Grandin, 1995; Di Renzo et al., 2017). In aggiunta è ampiamente dimostrato che le situazioni caratterizzate da un eccesso di stimoli (esempio, luoghi affollati, rumorosi o con immagini e luci molto stimolanti o con suoni inconsueti e intensi) possono suscitare disagio e dare luogo a reazioni di rabbia e di aggressività in questi individui (Crispani, 2002; Di Renzo et al., 2017).

1.3.2 L'SPD: un disordine transdiagnostico

Sebbene sia noto che l'SPD è una condizione prevalentemente presente nei bambini con ASD (Galiana-Simal et al., 2020), questa è risultata comune anche nei bambini con altri disordini dello sviluppo (Suarez, 2012).

Purpura e colleghi hanno sottolineato l'importanza di individuare le peculiarità sensoriali precocemente tra i bambini a rischio di DNS, dato che le difficoltà nell'elaborazione sensoriale possono essere considerate un fenomeno transdiagnostico associato a una vasta gamma di caratteristiche psicopatologiche: ASD, ADHD, Disturbo oppositivo provocatorio (DOP), Disturbo della coordinazione (Purpura et al., 2022; Van Den Boogert et al., 2022).

Dalla letteratura si evince che l'SPD è molto spesso compresente a deficit di attenzione e iperattività (ADHD) (Mangeot et al., 2001; Parush et al., 2007).

Uno studio di Scheerer e colleghi si è posto l'obiettivo di indagare la natura delle abilità di processazione sensoriale in un campione di 495 persone con ASD e 461 con ADHD. I risultati hanno dimostrato che i modelli di elaborazione sensoriale sono molto simili tra le persone con ASD e ADHD (Scheerer et al., 2022).

Oltre a ciò, diversi studi hanno dimostrato che le persone con diverse condizioni di vulnerabilità dello sviluppo, come disturbi della coordinazione, disturbi dell'apprendimento, sindrome dell'X fragile, mostrano modelli di elaborazione sensoriale significativamente diversi rispetto ai loro coetanei senza disabilità (Dunn, 2007).

Con l'obiettivo di esaminare la relazione tra difficoltà di elaborazione sensoriale e problemi comportamentali nei bambini, Gourley e colleghi hanno condotto uno studio su

59 bambini, di età compresa tra i 3 e i 5 anni, affetti da vari problemi di sviluppo e comportamentali, come l'ASD, ritardi globali dello sviluppo, disturbi della coordinazione, ADHD, disturbi del linguaggio.

Gli autori hanno evidenziato che le difficoltà sensoriali erano comuni in questo variegato gruppo di DNS; la ricerca ha confermato una forte correlazione tra queste difficoltà e i problemi comportamentali osservati nei bambini (Gourley et al. 2012).

1.4 Il Modello di Miller

La disfunzione nell'elaborazione sensoriale è stata identificata per la prima volta in termini clinici da Ayres, la quale la definì come una condizione neurologica che deriva dall'incapacità del cervello di integrare le informazioni ricevute dai sistemi sensoriali del corpo (Ayres, 1979).

Col progredire delle sue ricerche, la Dott.ssa Ayres aveva delineato alcuni sottotipi che si potevano individuare all'interno di questa condizione molto complessa ed eterogenea. Successivamente, per aumentare la precisione diagnostica, per scopi di ricerca e di trattamento, nel 2007 Miller ha proposto una nuova nosologia per la descrizione accurata della disfunzione del processo sensoriale (SPD) (Miller et al., 2007; *Figura 1.3*)

Secondo Miller si possono distinguere 3 diverse condizioni nel SPD: il disturbo della modulazione sensoriale (*Sensory Modulation Disorder - SMD*), il disturbo motorio su base sensoriale (*Sensory-Based Motor Disorder - SBMD*), e il disturbo sensoriale della discriminazione sensoriale (*Sensory Discrimination Disorder - SDD*).

Si precisa che queste condizioni non sono mutualmente esclusive, ma possono coesistere (Miller et al., 2009).

Nel dettaglio, il SMD costituisce un gruppo di disordini caratterizzati dall'incapacità dell'individuo di regolare il grado, l'intensità e la natura delle risposte all'input sensoriale in modo graduale e adattivo. Di conseguenza una mancata modulazione sensoriale si traduce in un'assente corrispondenza tra le esigenze esterne e contestuali dell'ambiente del bambino e le sue caratteristiche interne (es., attenzione, emozione, elaborazione sensoriale (Miller et al., 2001; Miller et al., 2005; Tomchek & Dunn, 2007)). Per quanto concerne quest'ultima tipologia di SPD, Miller ha delineato 3 ulteriori sottocategorie, le

quali rispecchiano la tipologia di responsività mostrata dall'individuo alla stimolazione sensoriale:

- Iper-responsività sensoriale (*Sensory Over-Responsivity* - SOR)
- Ipo-responsività sensoriale (*Sensory Under-Responsivity* - SUR)
- Ricerca sensoriale (*Seeking/craving* - SS)

Il SBMD invece, fa riferimento a una pianificazione motoria difettosa e/o ad un'instabilità posturale che risulta da un'elaborazione inefficiente delle informazioni ricevute dai sensi. Un individuo affetto da questo disordine può presentarsi come scoordinato o immaturo nel movimento. L'SBMD è ulteriormente suddiviso in due sottotipi, caratterizzati rispettivamente da Disprassia e da Disturbo posturale.

Infine, il SDD è descritto come l'incapacità di interpretare differenze e somiglianze tra le informazioni ricevute dai sensi (es. a livello visivo ciò si può tradurre in una difficoltà di discriminazione delle lettere, rendendo l'acquisizione della lettura un processo molto dispendioso; Suarez, 2012). L'SDD è presente in ogni sistema sensoriale: visivo, uditivo, tattile, gustativo, enterocettivo, esterocettivo (Miller et al., 2009).

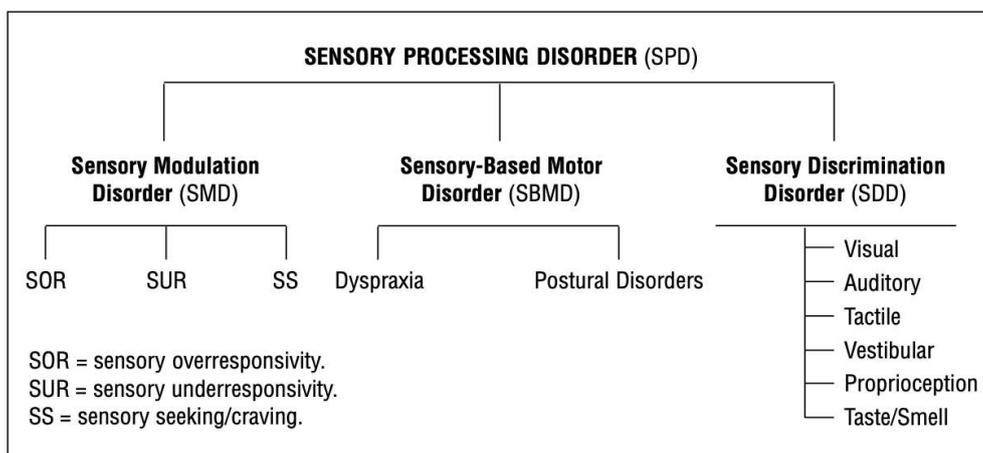


Figura 1.3 Nosologia dell'SPD proposta da Miller (Miller et al., 2007)

1.5 I profili di Iper-responsività, Ipo-responsività e Ricerca Sensoriale

Le tre sottocategorie individuate da Miller relativamente al SMD, rispecchiano i tre tipici pattern di risposta alla stimolazione sensoriale che si possono osservare e che

vengono presi in considerazione per la valutazione e la diagnosi di un profilo di elaborazione sensoriale atipico (Zero to Three., 2016).

L'iperattività sensoriale (SOR, nel DC-O5TM "Disturbo da iper-responsività sensoriale") è il sottotipo caratterizzato da una reazione rapida, intensa e sostenuta agli stimoli (Zero to Three, 2016; Miller, 2007). Le persone che mostrano questo profilo di risposta a una stimolazione sensoriale, si ipotizza abbiano una soglia insolitamente bassa per la sensazione in uno o tutti i sistemi sensoriali. Come conseguenza questi individui possono reagire in modo eccessivo a sensazioni che non sono percepite come minacciose o pericolose, e anzi spesso reagiscono a situazioni che la maggior parte delle altre persone non notano nemmeno. I sintomi legati a questo tipo di pattern di risposta, possono quindi includere inappropriati "scatti" comportamentali che possono essere innescati dalla sensazione di texture sulla pelle (vestiti, calze, cibo sulle dita), attività di movimento (oscillazione, guida in auto, etc.), o ancora da rumori forti o inaspettati (campanello che suona a scuola, scarico del wc). Spesso i bambini con SOR sembrano essere eccessivamente cauti, si arrabbiano con i cambiamenti nella routine e hanno difficoltà con le transizioni tra le attività.

L'iporesponsività sensoriale (SUR, nel DC-O5TM "Disturbo da ipo-responsività sensoriale") è il pattern, che si ritiene essere caratterizzato da una soglia insolitamente alta per la sensazione (Dunn, 2002; Miller et al., 2007). La caratteristica principale di questo profilo è rappresentata da un pattern persistente di risposta assente, minima, neutra o estremamente breve agli stimoli sensoriali (Zero to Three, 2016). L'attenzione degli individui che presentano questo pattern di risposta è catturabile spesso solo da stimoli brillanti, veloci o comunque intesi (Miller, 2006). I sintomi tipici di un pattern SUR potrebbero includere il non rispondere quando in nome viene chiamato, l'estrema preferenza per le attività sedentarie e statiche, la scarsa sensibilità e responsività al dolore (Suarez, 2012).

Il pattern Ricerca sensoriale (SS, nel DC-O5TM "Altro disturbo della processazione sensoriale") è caratterizzato dalla presenza di un'eccessiva pulsione, quasi insaziabile, per le esperienze sensoriali. Questi bambini ricercano continuamente una stimolazione, fino a spingersi anche, in alcune circostanze, in situazione pericolose. Per esempio, possono arrampicarsi fino ad altezze poco sicure, portare alla bocca oggetti non commestibili (e pericolosi), impegnarsi in attività non in linea con le loro abilità motorie

e quindi rischiose per la salute. Inoltre, questi bambini spesso mostrano un comportamento dirompente tale da limitare le loro abilità nelle situazioni sociali, per esempio nell'integrazione in un gruppo classe (Miller, 2006; Suarez, 2012)

Questi pattern di risposta alla stimolazione sensoriale si rivelano dannosi per lo sviluppo e per il funzionamento del bambino.

Il "DC:0-5 Diagnostic Classification of Mental Health and Developmental Disorders of Infancy and Early Childhood", nella classificazione dei 3 disturbi rientranti nella categoria dei "Disturbi della processazione sensoriale" (Disturbo da iper-responsività sensoriale, Disturbo da ipo-responsività sensoriale e Altro disturbo della processazione sensoriale) inserisce esplicitamente tra i criteri diagnostici il requisito per cui "i sintomi del disturbo o l'adattamento dei *caregiver* ai sintomi compromettono significativamente il funzionamento del bambino o della famiglia in uno o più dei seguenti modi, causando disagio al bambino: interferiscono nelle relazioni del bambino; Limitano la partecipazione del bambino alle attività e alle routine adeguate al suo sviluppo; Limitano la partecipazione della famiglia alle routine o alle attività quotidiane; Limitano la capacità del bambino di imparare e di sviluppare nuove abilità o interferiscono con i progressi dello sviluppo" (Zero to Three, 2016).

1.6 Prevalenza dell'SPD

Sulla base di una revisione di diversi studi epidemiologici, si è riscontrato che le stime di prevalenza dell'SPD nei bambini nella popolazione occidentale, variano dal 5% al 16% (Engel-Yeger, 2010; Gouez et al., 2009; Roman-Oyola & Reynolds, 2013), mentre si è osservato che evidenti alterazioni sensoriali sono presenti in circa il 60-90% dei bambini che hanno un coesistente disordine del neurosviluppo (Ahn et al., 2004; Ben-Sasson et al., 2009; Galiana-Simal et al., 2020; James et al., 2011).

In particolar modo, studi recenti hanno stimato che addirittura il 92% dei bambini con ASD presenta delle anomalie sensoriali, se comparati con bambini con sviluppo tipico (Tomchek & Dunn 2007; Tavassoli et al., 2014). Dati empirici provenienti da valutazioni cliniche, resoconti dei genitori e analisi retrospettive di video suggeriscono che le caratteristiche comportamentali dei bambini con autismo attribuite all'elaborazione sensoriale differiscono qualitativamente dai bambini che si sviluppano in modo tipico o da quelli con altri disturbi dello sviluppo. In aggiunta, i risultati indicano che le aree

sensoriali maggiormente e più frequentemente disfunzionali nei bambini ASD riguardano l'ipersensibilità tattile, il filtro uditivo, l'iporeattività e la debolezza muscolare (Di Renzo et al., 2017)

Le differenze a livello di elaborazione uditiva sono una delle menomazioni dell'elaborazione sensoriale più comunemente segnalate nella popolazione ASD. In una revisione retrospettiva delle cartelle cliniche dei modelli di sviluppo in 200 casi con autismo, Greenspan & Weider (1997) hanno riferito che il 100% dei partecipanti ha dimostrato difficoltà con la risposta uditiva; Diversi autori hanno segnalato ipersensibilità uditiva (Bettison, 1994; Dahlgren & Gillberg, 1989; Gillberg & Coleman, 1996; Rimland e Edelson, 1995; Vicker, 1993) e nel particolare, Dahlgren e Gillberg hanno scoperto che la sensibilità agli stimoli uditivi nell'infanzia era un potente discriminante tra bambini con e senza autismo (Dahlgren & Gillberg, 1989; Tomchek & Dunn, 2007).

Difficoltà di processazione sensoriale sono state riscontrate in modo significativo anche in altri DNS, quali nell' ADHD, con stime che variano dal 50-64% (Cascio, 2010; Galiana-Simal, 2020; Little et al., 2018; Mangeot et al., 2001; Parush et al., 2007). Viene riferito che i bambini con ADHD tendono a cercare più stimoli sensoriali, essere ipersensibili ad alcuni stimoli e meno reattivi ad altri rispetto ai bambini tipici (Delgado-Lobete et al., 2020).

La letteratura evidenzia come l'SPD sia comune anche in altre condizioni patologiche: sindrome dell'X fragile (Rais et al., 2018), sindrome di Down, sindrome opsoclonio-mioclonico (63%), sindrome di evacuazione disfunzionale (53%), incontinenza urinaria (44%), dermatite atopica e asma (25,7%), epilessia (49%), (Galiana-Simal et al., 2020) e disturbi affettivi importanti come la depressione (Engel-Yeger et al., 2016; Serafini et al., 2017).

Nonostante nella maggior parte dei profili che presentano SPD ci sia in associazione un altro disturbo, ci sono evidenze che dimostrano come l'SPD si presenti anche in assenza di qualsiasi altro disturbo. Questa condizione "pura" nota anche come "SPD idiopatico" (iSPD) si è registrato presentarsi con una prevalenza che si aggira circa sul 5% di incidenza (Ahn et al., 2004, Ben-Sasson et al., 2009). In 796 bambini di età compresa tra 3 e 10 anni reclutati da tutte le regioni degli USA, Gouez e colleghi hanno riscontrato che il 5% del campione totale presentava SPD idiopatico (Gouze et al., 2009). Mulligan e colleghi nel loro recente studio del 2019, in cui hanno utilizzato una nuova

tecnica di valutazione per l'indagine dei pattern di elaborazione sensoriale (*Sensory Processing 3-dimensions scale*), hanno riferito che solo il 20% dei bambini del loro campione aveva un disturbo in comorbidità all'SPD, mentre nel restante 80% non era stato diagnosticato nessun altro disturbo del neurosviluppo (Mulligan et al., 2019).

In conclusione, si ritiene utile precisare che l'identificazione dell'SPD è solitamente effettuata sulla base dell'impressione clinica globale di esperti, in seguito a una valutazione completa che include test standardizzati, ma per lo più che si affida alle risposte fornite dai *parent-report* e dalle interviste con i genitori. Purtroppo, oggi giorno gli strumenti diagnostici disponibili per valutare le capacità di elaborazione sensoriale dei bambini in modo diretto sono in numero limitato e questo incide notevolmente sulla percentuale di individui che vengono correttamente diagnosticati con SPD (Miller et al., 2009; Passarello, 2022). Inoltre, è da specificare come questa condizione sia ancora molto poco conosciuta dalle famiglie, dagli insegnanti e persino i professionisti sanitari (Galiana-Simal, 2020).

1.7 Strutture e processi neuronali coinvolti nell'elaborazione sensoriale

Negli ultimi anni, lo studio dei processi d'elaborazione e dell'integrazione multisensoriale (*multi-sensory integration*, MSI) è stato uno degli argomenti più proficuamente studiati nell'ambito delle neuroscienze. Numerose evidenze sperimentali hanno infatti contribuito ad individuare i processi cognitivi e le aree cerebrali responsabili dei fenomeni integrativi. Tuttavia, molti aspetti sui possibili meccanismi coinvolti restano ancora da chiarire.

L'elaborazione sensoriale è un processo complesso che coinvolge diverse strutture cerebrali e meccanismi neurali. Essa inizia con la trasduzione degli stimoli sensoriali fisici in segnali elettrici; Gli stimoli sensoriali (come la luce, il suono e il tatto) vengono primariamente captati dai recettori sensoriali situati su tutto il corpo, e successivamente vengono trasformati in segnali elettrici che possono essere trasmessi al SNC.

I segnali viaggiano lungo le vie nervose fino al talamo, una delle prime aree coinvolte nell'elaborazione sensoriale, che agisce come stazione di smistamento per la maggior parte delle informazioni sensoriali (eccetto quelle olfattive) (Sherman et al., 2002). Qui le informazioni vengono dirette alle corteccie sensoriali primarie specializzate nella processazione di ciascun tipo specifico di input sensoriale; La corteccia visiva,

situata nel lobo occipitale, processa le informazioni visive (Hubel & Wiesel, 1997) la corteccia uditiva, nel lobo temporale, elabora le informazioni relative al suono (Schreiner et al., 2007), la corteccia somato-sensoriale, implementata dal lobo parietale, elabora le informazioni tattili (Mountcastle, 1997) e così via (vedi Kandel et al., 2013).

Ulteriormente elaborata, l'informazione verrà ora integrata nelle aree corticali secondarie e associative (tra cui la corteccia prefrontale (Miller & Cohen, 2001), la corteccia parietale posteriore (Andersen et al., 2002), la corteccia insulare (Craig, 2009), (Calvert et al., 2004; Miller, 2009), le quali hanno la peculiare funzione di combinare insieme le informazioni provenienti da diverse modalità sensoriali permettendo la formazione di una percezione complessa e unificata dello stimolo, ovvero di un'informazione sensoriale ricca di contenuto e collegamenti con le nostre esperienze pregresse, che ci permette di dare significato al mondo che ci circonda.

Appare dunque evidente che il prerequisito fondamentale per l'elaborazione e la MSI è la convergenza anatomica degli input provenienti dai diversi canali sensoriali su singoli neuroni o gruppi di neuroni (Stein & Meredith, 1993).

Originariamente, la MSI corticale era attribuibile solo alle regioni di associazione in cui era stata dimostrata la convergenza degli input provenienti da diversi sistemi sensoriali. Tuttavia, ricerche più recenti dimostrano che la MSI si verifica anche in regioni precedentemente considerate unisensoriali (Macaluso, 2006). In effetti, alcuni neuroscienziati suggeriscono che l'intera neocorteccia sia essenzialmente multisensoriale (Ghazanfar & Schroeder, 2006).

I dati in letteratura inoltre suggeriscono che l'uso corticale precoce delle informazioni multisensoriali può influenzare immediatamente il comportamento, addirittura prima della percezione cosciente degli stimoli (Foxy & Schroeder, 2005).

Anche a livello sottocorticale vi sono delle regioni che ricevono informazioni da più canali sensoriali. In particolare, a livello del mesencefalo vi è una struttura assai ricca di neuroni multisensoriali, il collicolo superiore (CS), il quale possiede la funzione principale di controllo dei cambiamenti dell'orientamento (per esempio, gli spostamenti dello sguardo e della testa) in risposta a stimoli esterni.

Il CS è in stretta comunicazione con le cortecce associative, e rappresenta il punto di partenza per lo studio della complessità dell'informazione percettiva (Stein, Stanford e Rowland, 2009; Stein & Rowland, 2011). Gli input visivi, acustici e somatosensoriali

che approdano ai neuroni del CS, provengono da fibre sensoriali ascendenti e da proiezioni discendenti dalla corteccia.

La letteratura evidenzia come il circuito essenziale per la MSI dipende dal CS ma necessariamente anche dagli input discendenti convergenti che derivano da due o più regioni unisensoriali della corteccia associativa (per esempio, il sulco ectosylvian anteriore, AES; (Fuentes-Santamaria et al., 2009; Alvarado et al., 2009)).

In assenza di questi input corticali i neuroni del CS rispondono ancora a input sensoriali multipli, provenienti da molte sorgenti non corticali, e di conseguenza non sono in grado di integrare gli input in un tutt'uno per produrre un potenziamento del segnale (Wallace & Stein, 1994; Jiang et al., 2001; Alvarado et al., 2009). Questo risultato fisiologico è stato osservato essere parallelo alle osservazioni comportamentali in termini di fallimento nelle prestazioni di MSI durante la rilevazione e la localizzazione degli stimoli (Jiang et al., 2007; Wilkinson et al., 1996; Stein & Rowland, 2011).

La capacità del neurone di integrare input multisensoriali è osservabile solo se l'input funzionale viene ricevuto dalla corteccia (Wallace & Stein, 2007). Studi sullo sviluppo condotti su gatti, su primati non umani e sugli esseri umani hanno dimostrato che i circuiti multisensoriali e le loro capacità integrative, non sono presenti alla nascita, ma si stabiliscono nel corso di un periodo postnatale prolungato (Wallace et al., 2004; Stein et al., 2009). I primi neuroni, presenti nel cervello del neonato, non mostrano integrazione ma è come se tutte le risposte fossero unimodali (Wallace, 2004; Wallace et al., 2004); è con la maturazione che l'MSI si sviluppa e diventa sempre più raffinata (Lewkowicz & Kraebel, 2004).

Pertanto, si può asserire che la traiettoria di sviluppo dell'integrazione sensoriale nel bambino dipende da almeno 2 macro-fattori: (1) le influenze corticali appaiono essenziali per l'integrazione multisensoriale nel CS, e (2) l'esperienza postnatale guida la sua maturazione (Stein, Stanford & Rowland, 2009).

1.7.1 Evidenze neurofisiologiche dell'SPD

A partire dalle teorie di Ayres, secondo cui le reazioni comportamentali (di lotta e fuga) dei bambini con SPD (come frequenti ritiri, allontanamento o reazioni di grave aggressività) potevano essere correlate all'immatunità o al malfunzionamento dei processi cerebrali (Ayres, 1963), sono stati implementati vari studi sul SNC per esaminare le

potenziali strutture e processi cerebrali che potevano essere alla base dell'SPD. La causa esatta dell'SPD è tutt'ora sconosciuta (Miller, 2006) ma oggi strumenti di misura fisiologica sono disponibili al fine una sempre più accurata sua definizione e comprensione dei correlati neurali.

Recenti ricerche basate sulla registrazione dei potenziali evento-relati (ERP) suggeriscono che bambini con SPD integrano gli input multisensoriali in modo diverso rispetto ai bambini con sviluppo tipico e rispetto agli ASD. Questo risultato ha dimostrato l'esistenza di un danno nella comunicazione tra i sistemi sensoriali, che riflette bene il fenotipo tipico delle risposte disadattive all'ambiente sensoriale di un individuo affetto da SPD (Molholm et al., 2020; Passarello, 2022).

Evidenze che hanno utilizzato l'elettroencefalografia (EEG), hanno riportato che bambini con SPD hanno meno capacità di gating sensoriale uditivo, nei gangli della base, rispetto ai bambini con sviluppo tipico. Inoltre, tali funzionalità non progrediscono con l'età come invece accade nei bambini a sviluppo tipico (Davies & Gavin, 2007).

Un altro studio che ha utilizzato l'EEG ha dimostrato che i bambini con SPD mostravano modelli di elaborazione cerebrale diversi da quelli dei bambini con sviluppo normotipico, distinguendo correttamente, con una precisione del 77%, i due campioni di bambini (Gavin et al., 2011; Galiana-Simal et al., 2020)

Mediante l'utilizzo di tecniche di risonanza magnetica come il *Diffusion Tensor Imaging* (DTI) sono state riscontrate differenze relativamente alla struttura della sostanza bianca cerebrale tra bambini con SPD, bambini con ASD e normotipici (Demopoulos et al., 2017); i bambini con SPD mostravano un'organizzazione microstrutturale della sostanza bianca alterata nei tratti cerebrali posteriori (parieto-occipitali), i quali sono responsabili della percezione uditiva, tattile e visiva e fondamentali per l'integrazione dell'input sensoriale (Chang et al., 2015). Inoltre, si è specificatamente evidenziato che bambini con iperattività uditiva presentavano tratti di materia bianca con una ridotta anisotropia frazionaria rispetto ai bambini che non presentavano iperreattività sensoriale (Tavassoli et al., 2019).

Alcuni autori hanno anche ipotizzato che volumi maggiori di materia grigia sono associati a un'elaborazione sensoriale atipica di tutti 5 i sensi (Yoshimura et al., 2017). Oltre a ciò, la letteratura ha evidenziato che danni in alcune aree del cervelletto contribuiscono a un'elaborazione sensoriale atipica, oltre che a problemi motori. In uno

studio del 2011 è stato riscontrato che i bambini con sintomi SPD presentavano uno squilibrio delle cellule di Purkinje nel cervelletto e nello specifico, che un numero aumentato di queste cellule determinava ipo-reattività sensoriale, mentre un numero troppo esiguo portava a iper-reattività (Koziol et al., 2011).

Importanti informazioni sugli individui con SPD sono state fornite anche dai recenti progressi della spettroscopia di risonanza magnetica (MRS), tecnica non invasiva che consente la quantificazione di sostanze neurochimiche all'interno di una regione localizzata di tessuto. Questa tecnica ha permesso di rilevare come la trasmissione del neurotrasmettitore GABA (uno dei principali neurotrasmettitori del cervello) sia cruciale nell'SPD. Sembrerebbe che le risposte comportamentali atipiche dei bambini con SPD possono essere causate da meccanismi inibitori feed-forward anormali (Passarello et al., 2022). Si è osservato infatti che bambini con SPD mostrano una più alta soglia di rilevazione statica degli stimoli sensoriali, meccanismo che dipende dal feed-forward GABAergico ed è cruciale per la modulazione dell'attività corticale (Blankenburg et al., 2003). Puts e colleghi (2011, 2017), per esempio, confrontando le misurazioni del GABA nelle aree sensomotorie con misurazioni simili in una regione occipitale, hanno trovato una correlazione significativa tra la concentrazione di GABA e la soglia di discriminazione della frequenza tattile solo nella corteccia sensomotoria, negli individui con SPD. Gaetz ha scoperto che la concentrazione di GABA era significativamente ridotta nelle aree motorie e uditive nei bambini con ASD paragonati a bambini con sviluppo tipico, differenza che non è stata riscontrata per le aree visive (Gaetz et al., 2014).

La sintomatologia dell'SPD è spesso presente senza lesioni neurologiche o danni cerebrali acquisiti e pertanto non "appare" nei test di diagnostica per immagini, il che ostacola notevolmente la valutazione oltre che l'individuazione degli specifici processi e correlati neurali che vi sono alla base. L'introduzione di sempre più accurati strumenti di ricerca e l'utilizzo di un approccio multidisciplinare però, può aiutare ricercatori e medici a distinguere sempre più accuratamente il funzionamento tipico e atipico della processazione sensoriale, al fine di individuare dei biomarcatori per questo eterogeneo disturbo (Passarello et al., 2022).

1.8 L'Assessment dei profili di elaborazione sensoriale

Attualmente la valutazione, la diagnosi e il trattamento dell'SPD sono ancora soggetto di ricerca. La mancanza di criteri e strumenti diagnostici specifici, oltre al fatto che non sono ancora stati individuati biomarcatori determinanti alla base del disturbo, rendono complesso e poco puntuale il processo di valutazione dei profili sensoriali atipici.

Un'ulteriore difficoltà è dovuta al fatto che l'SPD può essere causato dalla compromissione di uno o più sistemi sensoriali contemporaneamente (visivo, uditivo, tattile, olfattivo, gustativo, vestibolare, propriocezione, enterocezione); Ciò determina un ampio spettro di sintomi, ognuno dei quali richiede diversi metodi di valutazione e di trattamento (Galiana-Simal et al., 2020).

Le evidenze in letteratura relative all'indagine delle caratteristiche dell'SPD sono limitate agli studi che descrivono comportamenti osservabili (direttamente e indirettamente) e incasellabili nei profili di elaborazione sensoriale descritti dai modelli di processazione sensoriale conclamati, e studi che ne indagano i processi neurofisiologici alla base.

Fino ad oggi, la maggior parte delle prove che descrivono le difficoltà sensoriali provengono da report parentali, analisi retrospettive di video e testimonianze in prima persona, ovvero prove di osservazione indiretta. È risaputo che questo tipo di approccio "indiretto" della valutazione ha diversi vantaggi, quali la riduzione dell'intrusione dell'esaminatore nel processo di osservazione, il rilievo dei comportamenti in esame nei setting di quotidianità dell'individuo e non in sede laboratoriale, l'economicità in termini di tempo e denaro oltre alla loro caratteristica di ripetibilità.

Nonostante ciò, l'osservazione indiretta possiede anche numerosi limiti: le informazioni riportate tramite i questionari o i report descrittivi sono il frutto del parere soggettivo e personale del compilatore e dunque la loro attendibilità potrebbe essere limitata (Baumgartner, 2006; Passarello et al., 2022).

In tal senso, in sede di valutazione sarebbe auspicabile associare a un'osservazione indiretta anche un approccio di osservazione diretta, la quale permette una rilevazione più professionale, oggettiva, dettagliata ed ecologica del comportamento indagato (Atkinson et al., 2017).

Tuttavia, nonostante l'osservazione clinica superi i pregiudizi legati alla soggettività dei resoconti dei *caregiver*, presenta anch'essa diversi limiti. In primo luogo,

la maggior parte dei paradigmi di osservazione comportamentale presentano una gamma limitata di stimoli sensoriali, spesso escludendo stimoli multisensoriali e sociali. I processi cognitivi coinvolti nell'elaborazione sensoriale sono sempre trascurati così come i correlati neurofisiologici. Infine, questi strumenti mancano ancora di validità ecologica poiché il contesto sperimentale/clinico potrebbe impedire ai bambini di comportarsi come farebbero nella vita di tutti i giorni (Passarello et al., 2022).

Dunque si comprende che per una valutazione e comprensione il più accurata possibile del disturbo è necessaria l'associazione di più metodi e strumenti: l'approccio comportamentale, come l'osservazione clinica, può essere utilizzato per studiare gli SPD osservando il comportamento del bambino quando interagisce con diversi stimoli, un approccio più psicofisiologico che utilizza test di soglia e strumenti di stimolazione non invasivi quali l'elettroencefalografia (EEG) durante paradigmi comportamentali ci permette di ottenere informazioni sull'attività cerebrale correlata al profilo sensoriale di questi individui (Passarello et al., 2022). Queste informazioni unite ai resoconti riportati dai *caregivers* aiutano ad ottenere un quadro accurato e completo del profilo di elaborazione sensoriale del bambino esaminato.

1.8.1 Gli strumenti di valutazione indiretta dell'SPD

Nonostante le difficoltà che si riscontrano nell'assessment dell'elaborazione sensoriale, nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi strumenti di indagine, soprattutto di tipo osservativo indiretto.

Tra i più utilizzati si distingue il *Sensory Profile* (SP; Dunn, 1997) e la sua nuova versione, il *Sensory Profile-2* (SP-2, Dunn, 2014; *Figura 1.4*).

La versione breve del SP, ovvero il *Short Sensory Profile* (SSP, Tomchek & Dunn, 2007) è stata lo strumento più utilizzato negli studi epidemiologici fino al 2014, anno di pubblicazione della seconda edizione SP-2. Questo strumento è descritto come altamente versatile (Dunn & Westman, 1997), ed è reperibile ed utilizzabile in più versioni, a seconda degli obiettivi perseguiti (ad esempio si riporta la versione per i neonati fino ai 36 mesi *Infant/Toddler Sensory Profile* (ITSP), e la versione self-report per gli adolescenti e i giovani adulti *Adolescent/adult Sensory Profile* (AASP) (Passarello et al., 2022).

Il questionario SP-2 esamina i pattern di elaborazione sensoriale dei bambini dalla nascita fino ai 14,11 anni, tenendo conto delle informazioni provenienti da valutazioni, osservazioni e report forniti dagli adulti di riferimento che sono stati coinvolti nello sviluppo del bambino. L'SP-2 è progettato per identificare quattro profili sensoriali distinti, ossia ricerca, evitamento, sensibilità e registrazione.

Punteggi elevati nell'SP-2 possono indicare una frequenza o intensità maggiore di risposte sensoriali atipiche o sensibilità sensoriali nel soggetto valutato.

Un altro strumento ampiamente utilizzato per la valutazione dei profili di elaborazione sensoriale è il *Sensory Processing Measure 2* (SPM-2; Henry et al., 2019). Questo questionario è basato sulla teoria ASI di Ayres e va a valutare le difficoltà di modulazione sensoriale e le problematiche percettive, delineando i profili sensoriali del bambino grazie all'integrazione tra osservazione diretta e informazioni fornite dai *caregiver* e dagli insegnanti (Passarello et al., 2022).

L'SPM è volto a misurare specificatamente l'integrazione sensoriale, la capacità di pianificare e coordinare azioni motorie (prassia) e la partecipazione sensoriale. Lo strumento è reperibile in 2 versioni, una per gli adulti e una per i bambini, e in entrambe sono previsti 2 protocolli volti a valutare il comportamento del bambino a casa e a scuola.

Le aree di indagine del questionario sono: partecipazione sociale, vista, udito, tatto, consapevolezza del corpo (per la propriocezione), equilibrio e movimento e pianificazione motoria. Il punteggio standard per ciascuna scala consente di classificare il funzionamento del bambino in uno dei tre intervalli interpretativi: Tipico, Alcune difficoltà o Disfunzione definita.

L'SPM è uno strumento per la valutazione dell'elaborazione sensoriale in diversi ambienti scolastici dell'individuo. Lo scopo di questo strumento è fornire agli insegnanti informazioni sui facilitatori e sulle barriere sensoriali al fine di aiutare gli studenti a ottenere risultati migliori (Passarello et al., 2022; *Figura 1.4*)

In letteratura si riscontrano diversi altri strumenti, più settoriali per età e costruito esaminato, utilizzati nell'indagine dei pattern di elaborazione sensoriale. Sono un esempio i questionari *caregiver-report Sensory Experiences Questionnaire* (SEQ 3.0; Ausderau et al., 2014) e il *SensOR Inventory* (SensOR) che è specifico per il pattern di iper-responsività ed è reperibile anche nella versione self-report (Passarello et al., 2022).

1.8.2 Gli strumenti di valutazione diretta dell'SPD

Sfortunatamente oggi giorno, sono disponibili un numero limitato di strumenti di osservazione diretta per valutare le capacità di elaborazione sensoriale dei bambini e, nel particolare nessuno strumento è attualmente disponibile per identificare e misurare specificamente i vari tipi di SPD come descritti dalla nosologia proposta da Miller (Miller et al. 2007; Mulligan, Douglas & Armstrong, 2021)

Il *Sensory Integration and Praxis Test* (SIPT, Ayres, 1989) è lo strumento di osservazione clinica che è considerato da tempo il gold standard per misurare l'IS e la prassia nei bambini di età compresa tra 4 e 8,11 anni, sebbene non misuri la modulazione sensoriale (*Figura 1.4*). Lo strumento consiste il 17 subtest progettati per valutare quattro domini: (1) elaborazione e discriminazione tattili; (2) elaborazione vestibolare e propriocettiva; (3) prassie, integrazione e sequenziamento bilaterali; (4) percezione della forma e dello spazio e coordinazione visuomotoria.

Questo è uno strumento dalla conclamata affidabilità e attendibilità che va ad indagare diversi aspetti dell'IS e delle abilità pratiche del bambino a partire dalla sua coordinazione motoria in termini di pianificazione, organizzazione e messa in atto di movimenti coordinati e orientati nello spazio e in risposta agli stimoli, alla sua capacità di discriminazione degli stimoli sensoriali (visivi, tattili, uditivi, vestibolari) e la sua sensibilità. Tuttavia, lo strumento è disponibile solo in lingua inglese e progettato per la popolazione nordamericana, il che ne limita la sua diffusione e applicazione.

Come precedentemente indicato, gli strumenti di osservazione diretta che valutano l'SPD sono in numero limitato, molti non sono ancora validati a livello internazionale o non hanno robuste proprietà psicometriche.

Solo recentemente è stato introdotto un nuovo test volto a misurare la percezione sensoriale, e specificatamente l'integrazione posturale, oculare, motoria bilaterale, la prassia e la reattività sensoriale con modalità che riducono al minimo le influenze della cultura, della compromissione linguistica e dell'esperienza pregressa. Il test si basa sulle note teorie della Dott.ssa Ayres ed è chiamato infatti *Evaluation in Ayres Sensory Integration* (EASI) (Mailloux et al., 2021; *Figura 1.4*). Lo scopo di questo strumento è quello di fornire un set di test valido e affidabile per valutare le funzioni chiave dell'integrazione sensoriale che sono alla base dell'apprendimento, del comportamento e della partecipazione alla vita quotidiana (Mailloux et al., 2021).

Uno studio pubblicato negli ultimi anni ha poi annunciato che un nuovo strumento per la comprensione e valutazione dell'SPD è nelle fasi finali di sviluppo e sarà presto disponibile per l'uso clinico. Si fa riferimento al *Sensory Processing Three Dimensions Assessment* (SP3D), strumento costituito da un insieme di prove vestibolari e propriocettive che hanno già dimostrato una forte validità sia di costrutto che interna (Mulligan, Douglas & Armstrong, 2021). Gli autori hanno sottolineato che la SP3D sarà uno strumento utile per la fenotipizzazione dei disturbi della modulazione sensoriale (Tavassoli et al., 2019).

Si rende quindi necessaria una ricerca volta a studiare i meccanismi cerebrali coinvolti nell'elaborazione sensoriale dei bambini con iSPD e, a confrontare l'elaborazione cerebrale dell'input sensoriale con quella dei bambini con DNS correlati (Tavassoli et al., 2019).

Una comprensione delle differenze nella neurofisiologia tra questi due gruppi di bambini è fondamentale per supportare la SPD come entità diagnostica a sé stante (Mulligan, Douglas & Armstrong, 2021).

ASSESSMENT TOOLS

<p>SENSORY PROFILE 2 (SP2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age range: Birth-14:11 (different versions) • Completion time: 5-20 min • Administration: Parents 	<p>SENSORY INTEGRATION AND PRAXIS TEST (SIPT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age range: 4-8:11 • Completion time: 2 h (10 min/test) • Administration: Child
<p>SENSORY PROCESSING MEASURE (SPM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age range: 5-12 (2-5 preschool version) • Completion time: 15-20 min • Administration: Parents 	<p>EVALUATION IN AYRES SENSORY INTEGRATION (EASI) *</p> <ul style="list-style-type: none"> • Age range: 3-12 • Completion time: 1-1,5 h • Administration: Child

* EASI is currently under development

Figura 1.4 Principali strumenti di valutazione dell'SPD (Galiana-Simal et al., 2020)

Pertanto, considerati i limiti intrinseci all'assessment dei pattern di elaborazione sensoriale, il miglioramento degli strumenti di valutazione diretta, dei sistemi diagnostici e terapeutici, rimane sicuramente una priorità della ricerca futura.

CAPITOLO 2

Il Linguaggio e il Comportamento adattivo

2.1 Il linguaggio

Il linguaggio è un sistema complesso e strutturato di comunicazione che consente agli esseri umani di esprimere pensieri, emozioni, intenzioni e informazioni. Si manifesta principalmente attraverso parole, suoni e simboli organizzati secondo regole grammaticali e sintattiche specifiche. Il linguaggio può essere sia parlato che scritto e include anche forme non verbali come i gesti e le espressioni facciali (Ray-Subramanian et al., 2011). Nel complesso, dunque, è definibile come un sistema di segni e simboli convenzionali di cui l'essere umano si serve per comunicare (Morris, 1946). Esso è costituito da 5 componenti essenziali:

- **Fonologia:** studia i suoni di una lingua (fonemi) e le regole per la loro combinazione.
- **Morfologia:** analizza la struttura delle parole (morfemi) e delle loro parti (radici, prefissi, suffissi);
- **Sintassi:** riguarda le regole che governano la struttura delle frasi e l'ordine delle parole;
- **Semantica:** si occupa del significato delle parole e delle frasi e della corrispondenza tra parole e significati;
- **Pragmatica:** riguarda l'uso appropriato del linguaggio nei diversi contesti e le regole che governano la conversazione efficace in un determinato contesto.

Queste componenti lavorano insieme per creare una comunicazione efficace e significativa (Santrock, 2013).

Il linguaggio, infatti, non è solo un mezzo di comunicazione, ma anche un elemento fondamentale per la formazione della propria cultura, delle relazioni sociali, per l'espressione della propria identità e individualità. (Méndez-Freije et al., 2023).

Il linguaggio è un'abilità fondamentale e una pietra angolare per molteplici aspetti cognitivi e socio-emotivi dello sviluppo (Piaget, 1972).

2.1.1 Le Tappe dello sviluppo del linguaggio dai 0 ai 4 anni

Nella popolazione con sviluppo tipico l'acquisizione del linguaggio è un processo spontaneo e naturale che non richiede apprendimenti formali (come avviene, invece, per la lettura e la scrittura): inizia con manifestazioni elementari, come le prime vocalizzazioni e i primi atti comunicativi, e si conclude molti anni dopo con il padroneggiamento di un sistema multidimensionale, con strutture morfosintattiche complesse e un vocabolario di migliaia di parole (D'Amico et al., 2021).

L'evoluzione del linguaggio ha radici biologiche che rimandano allo sviluppo filogenetico della specie umana, e infatti le tappe di acquisizione del linguaggio sono sostanzialmente analoghe indipendentemente dalla lingua a cui il bambino viene esposto (D'Amico et al., 2021)

Condividendo gli assunti dell'approccio neurocostruttivista di Karmiloff-Smith (Karmiloff-Smith, 2009), lo sviluppo del linguaggio avviene in stretta sinergia con i processi cognitivi da un lato e con i fattori ambientali dall'altro. Il procedere della maturazione cognitiva all'interno di specifiche finestre temporali interagisce con l'ambiente e l'esperienza, la quali hanno il ruolo di plasmare i circuiti neurali promuovendo e rafforzando le connessioni tra le aree cerebrali principalmente dedicate al processamento linguistico. In questo senso si comprende come lo sviluppo del linguaggio sia un processo caratterizzato da una grande variabilità interindividuale. Ogni bambino sviluppa le capacità linguistiche secondo i propri tempi e modalità oltre che in funzione del proprio stato socio-economico e dalla qualità e quantità dell'esposizione all'input linguistico.

Tuttavia, gli esperti individuano alcune tappe principali da raggiungere, affinché vi sia uno sviluppo adeguato delle competenze linguistico-comunicative.

La capacità linguistica inizia a svilupparsi già nel grembo materno. Nell'ultimo trimestre gestazionale il senso dell'udito è completamente maturo: il feto riesce già a percepire i suoni provenienti dal corpo della madre, i rumori esterni e la voce della mamma. Le reti neurali implicate nella discriminazione e nell'elaborazione fonologica e prosodica sono già attive nel periodo prenatale (Perani et al., 2011). Durante la prima settimana di vita i neonati preferiscono e sono in grado di riconoscere la voce della madre; Inoltre distinguono già diversi suoni linguistici (Ramus, 2002).

Fin dalla nascita i bambini si esprimono attraverso il pianto e i suoni vegetativi (vedi *Figura 2.1* per uno schema delle tappe dello sviluppo delle competenze comunicativo-linguistiche dai 0 ai 4 anni). Nei primi 2 mesi di vita il pianto è il primo mezzo di comunicazione dell'individuo. Il neonato piangendo riferisce i propri bisogni fondamentali.

A partire dai 2-3 mesi, emergono le prime vocalizzazioni (ad esempio “oooh”). Da questo momento i bambini iniziano a sintonizzarle gradualmente la propria attività fono-articolatoria alla lingua a cui sono esposti (Kuhl, 2010), anche grazie al feedback acustico dei suoni che producono e all'imitazione dei suoni che ascoltano (D'Amico et al., 2021).

A 6 mesi circa, tradizionalmente si identifica la fase del *cooing*, stadio in cui i bambini iniziano ad emettere suoni gutturali. Successivamente emerge quella che viene definita “lallazione”; tra i 6 e gli 8 mesi il bambino produce prevalentemente sequenze ripetitive di sillabe come “da-da-da”, “ma-ma-ma” (lallazione canonica) cui successivamente si affiancano serie di sillabe variate (“lallazione variata”, ad esempio “mapata”).

Tra i 9 e i 12 mesi il bambino inizia a comprendere e a produrre le prime parole. Inoltre è sempre più frequente l'uso di gesti, inizialmente a scopo richiestivo o di condivisione dell'attenzione (ovvero i gesti comunicativi deittici, ad esempio “mostrare”, “dare”, “indicare”), e successivamente sempre più comunicativi e convenzionali (ovvero i “gesti comunicativi referenziali”, che sono appresi durante le interazioni e le routine sociali, ad esempio, “battere le manine”, “fare ciao con la mano”, portare la mano all'orecchio per dire “telefono”). In questa fase il vocabolario del bambino è ancora limitato ma comincia ad essere significativo e ogni parola può avere molteplici significati a seconda del contesto. Inoltre, inizia a manifestarsi il fenomeno dell'*overextension*, in cui una singola parola viene utilizzata per esprimere oggetti simili (ad esempio, “cane” per tutti gli animali a 4 zampe) (Kay & Anglin, 1982; D'Amico et al., 2021).

Tra i 17 e i 24 mesi il bambino comprende che tutte le cose hanno un nome ed esprime le sue idee mettendo insieme prima gesti e parole (esempio: mamma più), poi due o più parole per formare piccole frasi; A questo punto il suo vocabolario in produzione ha raggiunto almeno le 50 parole (Zubrick et al., 2007).

Tra i 2 e i 3 anni si assiste a una vera e propria esplosione del vocabolario: il lessico del bambino cresce, egli usa parole astratte, combinazione di più parole, utilizza verbi e aggettivi al fine di formare frasi. In questo periodo il bambino utilizza quello che viene definito come “linguaggio telegrafico” (es. “mamma andare”, “pappa buona”), il quale segna anche l’inizio della costruzione grammaticale.

Da questo momento il bambino comincerà a sviluppare una comprensione sempre più avanzata delle strutture sintattiche e della grammatica della sua lingua madre.

Nella fase prescolare, i bambini iniziano a utilizzare frasi sempre più elaborate sia per il numero di vocaboli utilizzati che per la struttura stessa (Caselli et al., 2015). In questo periodo, grazie a una progressiva padronanza degli aspetti linguistici, sia lessicali che morfosintattici, e allo sviluppo di capacità cognitive, tra cui la memoria e le funzioni esecutive, e di competenze emotive e sociali, come la teoria della mente, i bambini diventano sempre più abili nel parlare non solo del qui e ora, ma anche del passato e del futuro, apprendono l’uso di una varietà di parole che definiscono gli stati mentali propri e altrui, quali stati fisiologici («sono stanco/a»), emozioni («sono contento/a»), giudizi («è buono»), comunicazioni («dice»), pensieri («sa») (D’Amico et al., 2021).

Età (mesi)	Forme
0-6	Pianto; vocalizzazioni (<i>cooing</i>); suoni vocalici
6-8	Suoni consonantici; lallazione canonica
8-12	Lallazione variata; gesti deittici e convenzionali; comprensione e produzione delle prime parole
12-18	Prime 50 parole (persone, oggetti e azioni); gesti referenziali; combinazioni gesto + parola
18-24	Esplosione del vocabolario; nomi e predicati (verbi e aggettivi); prime combinazioni di parole
24-36	Enunciati telegrafici; frasi nucleari; funtori
36-48	Arricchimento del vocabolario; lessico psicologico; strutture sintattiche complesse; produzione di domande e risposte; produzione e comprensione di storie

Figura 2.1 *Tappe dello sviluppo delle competenze comunicativo-linguistiche dai 0 ai 4 anni (D’Amico et al., 2021)*

Nonostante queste evidenze lascino pensare a delle “tappe” più o meno rigide e, a precise relazioni fra le diverse abilità linguistiche, lo sviluppo del linguaggio è

caratterizzato, come precedentemente detto, da un'ampia variabilità tra gli individui; ciò ridefinisce il concetto di "normalità".

Le differenze individuali si manifestano nel momento di comparsa di specifiche abilità, nel ritmo di acquisizione e nelle strategie di apprendimento (D'Amico et al., 2021). Alcuni bambini, ad esempio, producono le prime parole intorno ai 12 mesi, altri verso i 15 mesi. A 20 mesi alcuni bambini comprendono circa 30 parole, altri più di 200; a 24 mesi alcuni producono circa 50 parole, altri più di 300 (Caselli et al., 2015).

2.2 Difficoltà nello sviluppo del linguaggio

Un armonioso sviluppo della capacità di comunicare attraverso il linguaggio costituisce un fondamentale traguardo in età evolutiva, anche per il suo legame con altre dimensioni, come quella neurobiologica, quella relazionale-affettiva e quella cognitiva.

Spesso però, proprio a causa della sua complessità, il meccanismo di acquisizione delle competenze linguistiche non avviene in maniera lineare ma rivela delle difficoltà.

Le fragilità possono riguardare la capacità di esprimersi in modo corretto, ma anche, nei casi più gravi, e dunque più difficili da trattare, possono interessare la comprensione.

Difficoltà nel linguaggio si possono manifestare inoltre con quadri clinici molto variegati, i quali possono essere caratterizzati da deficit in uno o più ambiti dello sviluppo linguistico (fonologico, lessicale, morfosintattico, pragmatico), e ciascuno con diversi livelli di compromissione. A complicare il quadro, queste associazioni e comorbidità si possono esplicitare in modo differente nelle varie fasi evolutive, modificando quindi l'espressività del disturbo nel tempo (D'Amico et al., 2021).

In tal senso, le molteplici differenze individuali che caratterizzano lo sviluppo del linguaggio sin dai primi anni di vita vanno monitorate in quanto potrebbero celare condizioni di ritardo transitorio nella comparsa delle competenze linguistiche, che si risolvono spontaneamente nel breve periodo, o invece potrebbero essere il sintomo di un procedere atipico dello sviluppo linguistico che prelude a un successivo disturbo del linguaggio. Nei casi più gravi potrebbe addirittura essere la spia di problemi più complessi del neurosviluppo (Vicari & Caselli, 2017)

In aggiunta a questo variegato quadro, si sottolinea che le difficoltà linguistiche che possono emergere in età evolutiva possono manifestarsi in associazione ad altre

condizioni patologiche (ad esempio, deficit neuromotori, sensoriali, cognitivi e relazionali) o isolatamente; Nel primo caso si parlerà di disturbi del linguaggio secondari (o associati al disordine primario) mentre nel secondo caso si definiscono “Disturbi Specifici del Linguaggio” (DSL), i ritardi o disordini del linguaggio relativamente “puri” o, come sono chiamati da alcuni autori, “primari”, in cui non sono identificabili i fattori causali noti; in questi rientrano il Ritardo del Linguaggio (RL) e il Disturbo del Linguaggio (DL).

2.2.1 Il Ritardo del Linguaggio

Nella letteratura internazionale sono definiti *late talkers* (LT, parlatori tardivi; Rescorla, Roberts & Dahlsgaard, 1997) quei bambini che manifestano un rallentamento nella comparsa e nello sviluppo del linguaggio tra i 18 e i 35 mesi, in assenza di accertati disturbi neurologici, sensoriali, relazionali e cognitivi (Hawa e Spanoudis, 2014). Viene specificato che tali bambini presentano, a partire dai 18 mesi d'età un vocabolario espressivo inferiore o uguale al 10° percentile, e a 30 mesi rivelano l'assenza di linguaggio combinatorio (Rescorla, 1989; Rescorla, Schwartz, 1990).

La prevalenza dei bambini LT varia a seconda dell'età e dei criteri diagnostici utilizzati, con percentuali contrastanti tra gli studi. Tra i 18 e i 23 mesi, la prevalenza è stimata intorno al 15%, mentre tra i 30 e i 36 mesi è circa il 17,5%. Altri studi riportano percentuali più basse: 9,6% a 24 mesi e 8,8% a 36 mesi. Il RL è più frequente nei maschi e in presenza di familiarità per difficoltà di linguaggio o apprendimento (Vicari & Caselli, 2017)

Il termine “ritardo” implica una partenza tardiva o degli intoppi nell'acquisizione del linguaggio, ma implica anche che il divario nella competenza linguistica con i pari venga colmato, e nello specifico entro il periodo dei 3 anni di vita.

L'età di 3 anni rappresenta quindi una sorta di spartiacque tra i bambini con RL e i bambini con un probabile DL.

Nella maggior parte dei casi, coloro che mostrano un RL espressivo a 2 anni, anche se in età prescolare spesso continuano ad esibire ritardi di tipo fonologico, sintattico e narrativo, in età scolare mostrano livelli linguistici nella norma (Vicari & Caselli, 2017). Dati empirici, infatti, dimostrano che il 70-80% dei bambini identificati precocemente come LT, svilupperà adeguate competenze linguistiche in età successive. Inoltre, è stato

ampiamente riscontrato che non tutti i bambini che dall'età di 4 anni ricevono una diagnosi di DL hanno avuto in precedenza un ritardo nella comparsa o nello sviluppo del linguaggio (Rescorla & Dale, 2013).

Nonostante ciò, numerose evidenze in letteratura riportano che rispetto ai bambini con evoluzione tipica, i LT presentano con più probabilità delle fragilità nei periodi scolari e in adolescenza nell'ambito linguistico e riscontrano un rischio più elevato di insorgenza non solo di DL ma anche per disordini emozionali e problemi di apprendimento scolastico (Rescorla & Dale, 2013). Studi che hanno considerato gli *outcomes* a lungo termine rivelano in questi bambini abilità di letto-scrittura inferiori rispetto ai coetanei nella scuola primaria (Brizzolara et al., 2012). Altre ricerche confermano questo dato verificando l'associazione tra un pregresso RL e le abilità di lettura a 6 anni e, in adolescenza, una debolezza nel lessico, nella grammatica e nella memoria verbale (Krishnan, Watkins & Bishop, 2016).

Come descritto da Vicari e Caselli (2017), un importante studio longitudinale condotto dall'IRCCS Stella Maris di Pisa, coinvolgente 48 bambini (10 femmine e 38 maschi, con età media alla prima osservazione di 28 mesi) con ritardo espressivo, ha riscontrato che la percentuale di individui con normalizzazione del quadro linguistico entro i 4 anni corrisponde circa al 48% del campione, mentre il restante 52% presenta un disturbo più persistente. Alla seconda osservazione (a circa 38 mesi), 10 bambini del campione mostravano un buon recupero linguistico, mentre 38 bambini presentavano un ritardo persistente dello sviluppo lessicale e grammaticale. La rivalutazione di quest'ultimi all'età di circa 4 anni ha messo in evidenza due pattern evolutivi diversi: (1) recupero con normalizzazione delle prestazioni linguistiche in 13 bambini su 38 e, (2) ritardo persistente nei restanti 25 bambini. Considerando l'evoluzione a lungo termine dell'intero campione è possibile quindi differenziare tre sottogruppi caratterizzati da traiettorie evolutive e ritmi di sviluppo diversi: (1) 10 bambini con recupero entro i 36-38 mesi (*late bloomers* secondo la letteratura anglosassone); (2) 13 bambini con recupero entro i 4 anni; (3) 25 bambini con evoluzione di DL.

Questo studio ha permesso di individuare alcuni indicatori di traiettoria di sviluppo del linguaggio che variano in funzione dell'età e della fase evolutiva e ha dimostrato come più di metà campione considerato viene poi diagnosticato con un disturbo persistente (Vicari & Caselli, 2017).

Tuttavia, i criteri per individuare precocemente i bambini parlatori tardivi a rischio per un'evoluzione di DL non sono ancora sufficientemente specificati.

Per giunta, la letteratura evidenzia che il RL non interessa solo la dimensione espressiva: diversi studi dimostrano come il ritardo può interessare anche la componente di comprensione del linguaggio (ad esempio, Desmaris et al., 2010). Inoltre, è stato osservato che spesso in questi bambini vi sono fragilità anche relativamente ad altri aspetti dello sviluppo quali il gioco simbolico, l'interazione comunicativa, l'uso di gesti che appare scarso, le combinazioni gesto-parola che risulterebbero assenti o poco frequenti, lo sviluppo cognitivo e affettivo e relazionale apparentemente immaturo (Rescorla & Dale, 2013).

In aggiunta, studi recenti hanno mostrato che bambini con RL manifestano una maggiore frequenza di comportamenti negativi durante il gioco (ad esempio, piangono, picchiano) e hanno difficoltà di regolazione emotiva (minore capacità di adattamento e autoregolazione emotiva, minore socievolezza e livelli di stress più elevati) (D'Amico et al., 2021).

La gravità del ritardo espressivo e l'associazione del RL con debolezze in uno o più aspetti sopra menzionati, costituiscono fattori di rischio di un ritardo persistente e, in età successive, di un'evoluzione verso un DL.

Il RL, dunque, non costituisce di per sé un'etichetta diagnostica ma rappresenta sicuramente una condizione di rischio per successivi DL e/o Disturbi Specifici dell'Apprendimento DSA (D'Amico et al., 2021)

2.2.2 Il Disturbo del Linguaggio

L'espressione "Disturbo del Linguaggio" (DL) è utilizzata per descrivere un gruppo di disordini linguistici in bambini con capacità cognitive nei limiti della norma e in assenza di cause identificabili alla base del disturbo.

In generale, l'attenzione è stata tradizionalmente posta sulla "specificità" del disturbo definito nelle diverse classificazioni internazionali come "Disturbo Specifico del Linguaggio" (DSL) (ad esempio, nel DSM-IV (APA, 1994), in base ai criteri di esclusione (ovvero deficit cognitivi, sensoriali, relazionali) e alla discrepanza tra capacità linguistiche e capacità cognitive non verbali (Aram et al., 1993).

Nella formulazione del manuale DSM-5 i disturbi del linguaggio sono stati inclusi tra i disturbi del neurosviluppo nel sottogruppo definito “Disturbi della Comunicazione”, a sottolineare la stretta relazione che caratterizza il linguaggio e la comunicazione (APA, 2013).

La dicitura “specifico” del DSL è stata recentemente tolta in quanto è noto che i Disturbi del linguaggio costituiscono un disordine multifattoriale e complesso che è frequentemente associato a diversi tipi di deficit cognitivi, ragion per cui non possono essere etichettati come “specifici” (Lum et al., 2012)

Secondo il DSM-5, il DL è una condizione che riguarda le difficoltà persistenti nell'acquisizione e nell'uso del linguaggio dovute a deficit nella comprensione e/o produzione che interessano il vocabolario, la struttura delle frasi e l'organizzazione del discorso. Questo disordine viene diagnosticato quando le abilità linguistiche sono notevolmente inferiori rispetto a quelle attese per l'età del soggetto e impattano in modo significativo sulle prestazioni accademiche, professionali o sulla comunicazione sociale (vedi i criteri diagnostici: *Figura 2.2*).

Generalmente le prime parole e le prime frasi sono prodotte in ritardo, il vocabolario è ridotto e meno variato e le frasi prodotte sono più brevi e meno complesse e con errori grammaticali (Vicari & Caselli, 2017).

Il DL è caratterizzato da una notevole eterogeneità (Bishop et al., 2016; Laws & Bishop, 2003). Può limitarsi alla produzione o, estendersi alla comprensione del linguaggio; può inoltre interessare aspetti diversi della elaborazione del linguaggio, quali la forma (elaborazione fonetico-fonologica e morfosintattica), il contenuto (elaborazione semantico-lessicale e frasale) o il suo uso (elaborazione pragmatica) (Roch, Florit & Levorato, 2017; Wallace et al., 2015).

Inoltre, i quadri variano anche in rapporto all'età e alla fase evolutiva. Una maggiore stabilità del profilo è possibile sono a partire dai 4 anni di età (D'Amico et al., 2021).

-
- A. Persistenti difficoltà nell'acquisizione e uso del linguaggio attraverso le diverse modalità (ad esempio parlata scritta linguaggio dei segni e altre) dovuta a deficit di comprensione produzione
 - B. Le capacità di linguaggio sono al di sotto di quelle attese per l'età in maniera significativa e quantificabile portando a limitazioni funzionali dell'efficacia della comunicazione, della partecipazione sociale, dei risultati scolastici o delle prestazioni professionali.
 - C. L'esordio dei sintomi avviene nel periodo precoce dello sviluppo.
 - D. Le difficoltà non sono attribuibili a deficit sensoriali, a disfunzioni motorie, o ad altre condizioni mediche e neurologiche e non sono secondarie a disabilità intellettiva o al ritardo globale dello sviluppo.
-

Figura 2.2 *Criteri diagnostici del DSM-5 del Disturbo del Linguaggio*

(Vicari & Caselli, 2017)

2.2.2.1 Prevalenza del DL

Il DL costituisce uno tra i più frequenti DNS (Rapin, 2006; D'Amico et al., 2021). Allo stato attuale sappiamo che interessa circa il 7% della popolazione italiana in età prescolare, anche se la sua incidenza diminuisce con l'avanzare dell'età, scendendo al 3-4% all'inizio dell'età scolare e attestandosi sull'1-2% durante gli anni della scuola (Pecini, & Brizzolara, 2020).

Nonostante l'acquisizione del linguaggio sia differente in funzione dell'idioma, in quanto ogni lingua segue regole fonologiche e morfo-sintattiche differenti, è stato riscontrato che eventuali DL si manifestano con percentuali simili in tutti i paesi.

Indagini sui bambini inglesi in età prescolare hanno individuato una prevalenza del DL intorno al 7%, con maggior incidenza sui maschi. Uno studio condotto negli Stati Uniti su 7.218 bambini ha riportato una prevalenza del 7,4% di Disturbo primario del Linguaggio (DPL) a 5 anni, mentre stime osservate da ricerche condotte tra i bambini australiani indicano che la prevalenza del DL è di circa 6,4% a 10 anni e tende a diminuire durante l'età della scuola primaria (Rinaldi et al., 2021).

Anche studi sulla popolazione tedesca hanno riscontrato un tasso di incidenza del DL primario del 7% circa (Kiese-Himmel et al., 2022). In India, la prevalenza stimata dei bambini con ritardo o disturbo del linguaggio varia dal 2 al 27% a seconda dell'età, del test utilizzato, della regione esaminata e della presenza di qualsiasi altro disturbo neuroevolutivo sottostante (Sunderajan & Kanhere, 2019).

2.2.2.2 Problemi associati e comorbidità con il DL

Fermo restando che il DL riguarda specificatamente la dimensione del linguaggio, numerose evidenze sperimentali mostrano che, in questi bambini, al disturbo linguistico si associano frequentemente fragilità cognitive di varia natura, che si manifestano in modo diverso nelle diverse fasi evolutive. Tali difficoltà si riscontrano, ad esempio, nella memoria procedurale (Lum et al., 2012), nel controllo motorio (Finlay & McPhillips, 2013), nelle funzioni esecutive, nella memoria di lavoro fonologica (Duinmeijer, De Jong & Scheper, 2012), nell'interazione sociale e nel comportamento (Curtis et al., 2018).

Quindi, pur trattandosi di bambini senza disabilità intellettiva, non si osserva necessariamente una netta discrepanza tra abilità linguistiche e abilità cognitive non verbali e anzi spesso, difficoltà linguistiche sono la causa o sono in associazione a difficoltà riguardanti altre aree dello sviluppo.

Tali recenti evidenze scientifiche, portano conferme all'approccio neurocostruttivista secondo il quale i disturbi del neurosviluppo non sono caratterizzati da moduli intatti e moduli compromessi, ma piuttosto da deficit in abilità di base che hanno effetti a cascata su più domini dello sviluppo (D'Souza & Karmiloff-Smith, 2017). Inoltre, è stato dimostrato che il DL è spesso associato a un'elevata probabilità di disturbi dell'apprendimento scolastico, con una stima di rischio cinque volte superiore rispetto alla popolazione generale. Sono state osservate associazioni significative anche tra DL e problemi comportamentali e psichiatrici, e difficoltà nell'adattamento emotivo e sociale (Rinaldi et al., 2021).

Alcune metanalisi hanno evidenziato che i bambini con DL mostrano tassi più alti di problemi comportamentali rispetto ai loro coetanei con sviluppo tipico (ad esempio vedi Curtis et al., 2018).

In aggiunta, ci sono prove che questi problemi possano persistere nell'età adulta, influenzando anche le opportunità lavorative e il benessere generale (Rinaldi et al., 2021).

Il DL è poi spesso comprensente con altri DNS. Il DSM-5 descrive tra le più comuni comorbidità con il DL oltre ai DSA, anche l'ADHD, il ASD, il Disturbo della coordinazione, oltre che il Disturbo della comunicazione sociale (pragmatica) (APA, 2013), disturbi nell'adattamento emotivo e sociale (St Clair et al., 2011).

Georgiou e Spanoudis (2021), hanno osservato che circa il 63% dei bambini con ASD presenta un deficit del linguaggio, e più nello specifico che la metà degli individui con ASD mostra ulteriori deficit in fonologia, grammatica e semantica.

Méndez-Freije e colleghi (2023) hanno osservato che, nonostante le difficoltà linguistiche non siano significative per la diagnosi di ADHD, anche questi bambini presentano spesso considerevoli carenze nelle competenze linguistiche espressive, recettive e pragmatiche. Numerosi sono gli studi che segnalano come i bambini con DL hanno difficoltà comportamentali, emotive e sociali associate. Uno studio longitudinale che ha misurato i problemi di condotta, emotivi e sociali in un campione di individui con una storia di DL in quattro momenti, dall'infanzia (7 anni) all'adolescenza (16 anni), hanno riscontrato associazioni significative (St Clair et al., 2011).

2.3 Gli effetti delle difficoltà di processazione sensoriale sul dominio comunicativo-linguistico.

Come visto precedentemente, l'elaborazione sensoriale è un processo cruciale per l'organizzazione e l'interpretazione delle informazioni provenienti dai sensi, ed è fondamentale per lo sviluppo e il funzionamento in molte aree della vita quotidiana.

Gli autori in letteratura hanno ipotizzato che anche domini specifici dello sviluppo, come quello comunicativo-linguistico, siano influenzati da difficoltà nella processazione sensoriale (Camarata, Miller e Wallace, 2020). La capacità di discriminare e integrare i suoni, ad esempio, è essenziale per l'apprendimento del linguaggio e di una comunicazione efficace. Se un individuo ha problemi nel gestire le informazioni sonore, può avere difficoltà nella comprensione e/o nella produzione verbale (Tomcheck & Dunn, 2007). Inoltre, problemi nella gestione delle informazioni sensoriali possono interferire con l'attenzione e la concentrazione, aspetti fondamentali per acquisire e utilizzare le competenze linguistiche (Miller et al., 2007).

Sintomi quali alternazioni/ritardi del linguaggio o lo scarso rendimento scolastico possono essere evidenti già in età precoci come segni di un deficit di integrazione sensoriale. A catena, in età scolare nonostante l'intelligenza nella norma, potrebbero verificarsi problemi in alcune aree accademiche (Galiana-Simal et al., 2020).

Diversi bambini affetti da SPD manifestano difficoltà di comunicazione. Al riguardo, già la Dott.ssa Ayres (1972) affermava che “la comunicazione e il linguaggio sono uno dei prodotti finali dell’integrazione sensoriale”.

Lei stessa in uno studio su casi singoli pubblicato nel 1981 riportò come una terapia occupazionale che includeva procedure di integrazione sensoriale in bambini afasici di età compresa tra i 4 e i 5,3 anni sembrava produrre un aumento consistente del tasso di crescita del linguaggio sia nella componente di comprensione che dell’espressione di questi bambini (Ayres & Mailloux, 1981).

Come si evince dalla letteratura, lo sviluppo della parola e della comunicazione richiede processi fondamentali come l’integrazione di stimoli uditivi e visivi, la pianificazione motoria e la consapevolezza della posizione del corpo nello spazio. Di conseguenza, difficoltà in queste e altre aree dell’elaborazione sensoriale possono avere un impatto negativo sullo sviluppo del linguaggio (Ayres & Mailloux, 1981; Mauer, 1999).

Miller specificava che il sottotipo di SPD quale l’SDD, e particolarmente nei sistemi visivo e uditivo, può portare a una disabilità di apprendimento o di linguaggio. Una persona con SDD, infatti può aver bisogno di più tempo per elaborare gli aspetti salienti degli stimoli sensoriali, il che porta a prestazioni "lente" (Miller et al., 2007).

In aggiunta, in relazione al sottotipo SBMD, gli individui che presentano disprassia, e dunque difficoltà nel pianificare e organizzare i movimenti volontari per il raggiungimento di uno scopo, possono manifestare anche disprassia orale la quale rende difficile produrre i suoni corretti quando si parla. (Miller et al., 2007).

Ricerche di settore hanno evidenziato come difficoltà nella modulazione sensoriale possono essere caratteristiche frequenti nei bambini con DSL.

Uno studio su 116 bambini olandesi con DSL ha rivelato differenze significative nel pattern di elaborazione sensoriale misurato con SP rispetto al gruppo di controllo di coetanei tipici di età compresa tra i 4 e i 7 anni (Taal et al., 2013)

Diversi studi che hanno valutato il comportamento adattivo del bambino con difficoltà di processazione sensoriale hanno osservato che i bambini con profili di ricerca sensoriale o di ipersensibilità sensoriale mostrano più deficit nelle capacità comunicative misurate con il VABS-II (Lane et al. 2010; Tomchek et al. 2015). È stato suggerito inoltre, che l’elaborazione sensoriale nei bambini con ASD in età prescolare, e in particolare nei

profili di ricerca sensoriale (Watson et al. 2011), può influenzare le loro capacità linguistiche recettive ed espressive (Tomchek et al. 2015; Dellapiazza et al., 2019).

Oltre a ciò, relati alle difficoltà linguistico-comunicative, anche i problemi scolastici sono documentati come conseguenza di deficit di elaborazione sensoriale, tra cui un rendimento scolastico inferiore, disattenzione in classe, difficoltà di apprendimento e sfide motorie che impediscono lo svolgimento di attività come la lettura, la scrittura a mano, l'esecuzione di compiti e la partecipazione all'educazione fisica (Ashburner et al., 2008; Chien et al., 2016).

Alcuni dei segni più comuni che la dott.ssa Ayres ha rilevato nelle sue osservazioni di bambini con difficoltà di IS sono proprio l'iperattività e la distrazione. Ella riscontrò in questi bambini difficoltà a connettersi con attività che richiedono uno sforzo di concentrazione o attenzione per la realizzazione di un compito. Non a caso lei stessa sostenne, arrivando ad un'importante constatazione, che i deficit nell'elaborazione sensoriale sarebbero la causa delle difficoltà di apprendimento e sviluppo riscontrate in alcuni bambini.

La prevalenza relativamente elevata e gli effetti dannosi dell'SPD sulla vita quotidiana dei bambini richiedono alla ricerca attuale e futura ulteriori evidenze così da permettere una progressione alle nostre conoscenze nelle aree della diagnosi di tale complesso disturbo e nelle modalità di intervento.

2.4 Il comportamento adattivo

Il comportamento adattivo nella sua definizione più recente viene descritto come l'insieme delle attività che una persona deve compiere quotidianamente per essere sufficientemente autonoma (Schalock et al., 2021).

Nella prima definizione proposta dall' *American Association on Intellectual and Developmental Disabilities* (AAIDD; Heber, 1959), il comportamento adattivo è stato descritto come l'insieme di tre elementi principali: apprendimento, adattamento sociale e maturazione. Da questa prima riflessione si è giunti alla sua attuale definizione che ne evidenzia la strutturazione in tre abilità adattive, abilità concettuali, sociali e pratiche, le quali vengono apprese ed espresse nella comunità dalle persone nella loro vita quotidiana (Luckasson et al., 2002; Schalock et al., 2010; Thompson et al., 1999). Mentre le abilità concettuali comprendono competenze di tipo accademico, cognitivo e linguistico, quelle

pratiche fanno riferimento a capacità di autosostentamento, di autosufficienza nella vita quotidiana e ad attività professionali; Per quanto concerne le abilità sociali, vengono a far parte di questa categoria tutte quelle abilità che sono considerate necessarie per poter sviluppare relazioni interpersonali, competenze di tipo emotivo e sociale, nonché di responsabilità sociale (Luckasson et. al., 2002).

La capacità di adattamento, in parole semplici, si riferisce all'insieme degli attributi che rendono un soggetto capace di "funzionare" nella società.

La capacità di integrazione tra le proprie capacità personali e le richieste poste sia dall'ambiente di vita (secondo aspettative che il soggetto suscita) sia dalle regole sociali della propria comunità, sono state definite specificatamente da McGraw e Bruininks (1990) come intelligenza pratica, cioè gestione autonoma della vita quotidiana da parte di un singolo individuo (igiene personale, cura della casa, tutela della propria incolumità ecc..), e intelligenza sociale, cioè le competenze richieste per stabilire in modo appropriato le relazioni sociali, quali la comunicazione, il controllo delle emozioni, la percezione delle emozioni degli altri, l'assunzione di ruolo nella comunicazione, la gestione del tempo libero (McGrew & Bruininks, 1990).

Si comprende dunque come queste due manifestazioni dell'intelligenza sono alla base della capacità adattiva e da esse dipende la possibilità di avere una vita autonoma, lavorare, avere degli obiettivi e poterli realizzare e modificare, stabilire relazioni affettive, costruirsi una famiglia, assumere ruoli nella società.

Il comportamento adattivo ha una natura evolutiva, poiché aumenta il proprio grado di complessità con l'avanzare dell'età: man mano che l'individuo cresce acquisisce e gli vengono richieste differenti abilità adattive.

Inoltre, è da sottolineare che il funzionamento adattivo viene valutato osservando la performance quotidiana della persona nei contesti di vita come casa, scuola, lavoro e tempo libero e confrontandola con la performance tipica di individui di pari età e contesto socio-culturale (Schalock et al., 2021). Il comportamento adattivo deve pertanto essere concepito come la corrispondenza tra la prestazione individuale e le aspettative sociali nelle diverse età della vita. È evidente che gli standard di performance non possono essere considerati universali, ma sono condizionati dalla cultura di appartenenza e dall'età cronologica presa in esame.

2.4.1 Il comportamento adattivo: indice del funzionamento sociale del bambino.

Storicamente, il comportamento adattivo è stato un punto centrale di discussione per la nosologia e gli esiti negli individui con disabilità intellettiva (DI) e dello sviluppo (Schalock & Luckasson, 2004). Infatti, per la diagnosi di DI oggi giorno non è necessaria soltanto la prova di un basso quoziente intellettivo (QI), ma come il DSM-5 stabilisce, si richiede anche che il livello di DI (vale a dire, lieve, moderato, grave e profondo) si basi sul funzionamento adattivo e non sul mero QI (APA, 2013). Ciò riflette la comprensione che, sebbene il funzionamento cognitivo e quello adattivo siano correlati, la capacità di acquisire una determinata abilità può essere diversa dalla probabilità di eseguire effettivamente tale abilità nella vita di tutti i giorni (Zheng et al., 2021).

Le evidenze presenti in letteratura sulle relazioni tra QI e comportamento adattivo nelle popolazioni in via di sviluppo, seppur limitate in quantità, mostrano comunque, come previsto, che i due indici sono solo moderatamente correlati (Harrison e Oakland, 2015; Zheng et al., 2021). Ad esempio, molteplici studi sul ASD mostrano che il comportamento adattivo può essere significativamente compromesso anche tra individui con un QI elevato (Klin et al., 2007; Duncan e Bishop, 2013; Kraper et al., 2017; Meyer et al., 2018).

Nei bambini piccoli, le misure del comportamento adattivo prendono in considerazione un'ampia gamma di costrutti rilevanti per lo sviluppo noti per influenzare i risultati della prima infanzia, come il funzionamento esecutivo, l'inibizione comportamentale, le abilità socio-emotive e le abilità pre-accademiche (Luckasson et al., 2002; Sparrow et al., 2005).

Pertanto, il comportamento adattivo può servire come indicazione prossimale di come un individuo funziona all'interno di contesti rilevanti per lo sviluppo e fornire informazioni aggiuntive importanti per concettualizzare il profilo di rischio del bambino e la resilienza nel suo ambiente specifico (Bal et al., 2015; Dell'Armo & Tassé, 2019).

Le capacità adattive sono un aspetto cruciale dello sviluppo dei bambini, e il loro monitoraggio risulta particolarmente importante per quelli che presentano DNS. Quest'ultimi mostrano spesso difficoltà in uno o più domini dell'adattamento e ciò si riflette come conseguenza nella loro capacità di funzionare nei vari contesti sociali ed accademici.

Per esempio, in letteratura sono presenti numerosi studi che dimostrano come i bambini con ASD tendono ad avere una compromissione nei loro comportamenti adattivi, rispetto ai bambini senza autismo, della stessa età, stesso QI o pareggiati per età mentale. In particolare, i bambini con ASD rivelavano punteggi nei domini di Comunicazione e Socializzazione significativamente più bassi rispetto a bambini non autistici pareggiati per età mentale. Non si sono evidenziate invece differenze significative tra i due gruppi per i domini di Abilità motorie o Abilità di vita quotidiana (ad esempio, Perry et al., 2009).

Uno studio di Liss e colleghi (2001) sui bambini con DNS evidenzia come le abilità cognitive e le competenze sociali influenzino significativamente il comportamento adattivo.

Alcuni autori, esaminando la prevalenza e i fattori di rischio dell'aggressività nei bambini e negli adolescenti con ASD, sottolineano come l'aggressività possa essere considerata un segnale di deficit nelle abilità adattive in quanto influenza negativamente le interazioni sociali e il funzionamento generale (Kanne & Mazurek, 2011).

Comportamenti atipici come l'aggressività, l'eccessiva frustrazione o agitazione, la scarsa tolleranza o l'isolamento, osservabili in più Disturbi DNS (ad esempio, ASD, ADHD, Disturbo Oppositivo Provocatorio (DOP)) sono, in questo senso, risposte che impattano sul funzionamento adattivo del bambino nel contesto di vita quotidiana. Anche i comportamenti compulsivi e ossessivi presenti nei bambini con disabilità dello sviluppo possono ostacolare il comportamento adattivo, riducendo l'efficacia delle loro abilità quotidiane e sociali (Matson & Dempsey, 2009).

In aggiunta, è da considerare che anche le difficoltà nella sfera comunicativa hanno un peso rilevante sulle capacità adattive e di sviluppo del bambino. Una comunicazione efficace è necessaria per lo sviluppo socio-emotivo, l'apprendimento e il suo funzionamento efficace nella società.

Il fallimento del raggiungimento di un modello predittivo di sviluppo del linguaggio può portare a incompetenza sociale e quindi a catena ad uno scarso o atipico sviluppo emotivo e comportamentale (Gupta et al., 2023).

È stato visto che problemi comportamentali sono un'associazione comune con RL nei bambini molto piccoli, nei bambini in età prescolare e anche nei più grandi (Benasich et al., 1993). Inoltre, l'acquisizione ritardata del linguaggio è spesso uno dei primi segni di DI (Gupta et al., 2023).

Questi studi offrono una panoramica delle sfide e delle influenze sul comportamento adattivo nei bambini e in particolare nei bambini con DNS, sottolineando l'importanza di valutazioni e interventi tempestivi per migliorare il loro funzionamento quotidiano e dunque la qualità di vita.

2.4.2 La valutazione del comportamento adattivo

Gli strumenti di misurazione del comportamento adattivo comprendono interviste semi-strutturate e scale di valutazione. Queste vengono in genere completate da genitori, insegnanti e altri *caregiver* che conoscono la persona valutata, e forniscono importanti informazioni riepilogative delle osservazioni dei comportamenti in vari contesti, come casa, scuola e setting comunitari.

Gli strumenti che la letteratura riporta come più utilizzati per l'analisi delle competenze della persona nella quotidianità, comprendono, ad esempio: *Adaptive Behavior Assessment System–Second Edition* (ABAS-II; Harrison & Oakland, 2003), *Adaptive Evaluation Behavior Scale-Revised Second Edition* (ABES- R2; McCarney & Arthaud, 2006), *Scales of Independent Behavior-Revised* (SIB-R; Bruininks et al., 1997), *Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition* (Vineland-II; Sparrow et al., 2005) ed infine *Expanded Interview scale* (Sparrow et al., 2009).

Uno degli strumenti validati nel contesto italiano e maggiormente usato che valuta il comportamento adattivo attraverso tutte le sue dimensioni (abilità concettuali, sociali e pratiche), è la VABS-II (Sparrow et al., 2005). Questa è un'intervista semi-strutturata condotta ai genitori o ai tutori del soggetto e costituisce una misura attendibile dell'autosufficienza personale e sociale dell'individuo nel contesto di vita quotidiana, in particolare in relazione a 4 aree: Comunicazione, Abilità del vivere quotidiano, Socializzazione e Abilità Motorie.

Questa scala è stata utilizzata in particolare nell'ambito della ricerca sull'ASD ma può essere impiegata in diversi ambiti e per scopi diversi: dalla documentazione dei ritardi nello sviluppo del comportamento adattivo negli individui con ASD, alla discriminazione degli individui con ASD e ADHD dagli individui con altri disturbi DNS (Mouga et al., 214).

Un'altra scala ampiamente utilizzata per la valutazione del funzionamento adattivo dell'individuo è l'ABAS-II (Harrison & Oakland, 2003). Anche questo

strumento, come il precedente, consente di valutare le abilità di vita quotidiana degli individui dai 0 agli 89 anni. È strutturata in 5 questionari e comprende 10 aree di indagine riconducibili ai 3 domini dell'adattamento sopracitati: Concettuale, Sociale e Pratico; Prevede la possibilità di compilazione sia self-report che da parte di un care-giver o da altri adulti di riferimento (ad esempio, gli insegnanti) (Harrison & Oakland, 2003).

Il costrutto del comportamento adattivo negli ultimi decenni ha destato molto interesse in ambito accademico e numerose ricerche hanno permesso la progettazione di strumenti specifici e standardizzati per la misura di questo costrutto multidimensionale e complesso, per la misura di aspetti specifici delle abilità adattive dato che indici come il QI o il successo scolastico sono ormai considerati predittori insufficienti del grado di adattamento sociale degli individui.

2.5 Il comportamento adattivo e le difficoltà di processazione sensoriale

L'esperienza quotidiana richiede l'integrazione costante di stimoli complessi perché avvenga un'adeguata comprensione e responsività alle richieste del mondo esterno. Pertanto, difficoltà di processazione sensoriale possono causare non solo risposte comportamentali atipiche (iper-responsività, ipo-responsività, ricerca sensoriale eccessiva) ma a cascata possono influenzare vari aspetti del funzionamento dell'individuo: le abilità di routine quotidiana, le autonomie personali, il comportamento sociale, la regolazione emotiva, la comunicazione e il linguaggio, le abilità accademiche, le prestazioni fini e grosso-motorie (Galiana-Simal et al., 2020; *Figura 2.3*).

In questo senso, si può asserire che la costruzione di una rappresentazione sensoriale deficitaria e una sua scorretta elaborazione può rendere più complesso interagire e adattarsi al mondo esterno (Baum et al., 2015). La partecipazione alle attività quotidiane può essere influenzata da molti fattori, uno dei quali è proprio l'elaborazione sensoriale (O'Donnell et al., 2012)

Diverse ricerche che hanno esaminato le prestazioni occupazionali e il comportamento adattivo dei bambini hanno ampiamente documentato che le capacità di elaborazione sensoriale influenzano le prestazioni di un bambino in tutti i domini funzionali e di sviluppo (Mulligan, Douglas e Armstrong, 2021). Per esempio, si è scoperto che la partecipazione sociale e le capacità di gioco sono influenzate negativamente da un'atipica elaborazione sensoriale, così come le prestazioni nelle

attività della vita quotidiana, tra cui la cura di sé, le routine alimentari e il sonno (Koenig & Rudney, 2010; Dunn et al., 2016; Williams et al., 2018).

Uno studio che ha esplorato le caratteristiche dei profili evolutivi e comportamentali dei bambini affetti da SPD, dunque senza nessun altro DNS in associazione, ha riscontrato pattern di comportamento adattivo diminuiti alla VABS-II, rispetto alla media (Mulligan, Douglas e Armstrong, 2021). Inoltre, si è osservato che con l'aumentare della gravità del SPD il comportamento adattivo diminuiva. I risultati erano coerenti con l'abbondanza di dati presenti in letteratura, che documenta che i bambini con SPD hanno meno probabilità di comportarsi secondo le aspettative di età e di trarre piacere dalle loro attività e occupazioni quotidiane (Williams et al., 2018).

In aggiunta, tipi specifici di SPD sono stati collegati a deficit dominio-specifici di prestazioni occupazionali, come l'iperreattività sensoriale che è predittiva di prestazioni inferiori nelle attività della vita quotidiana (Crasta et al., 2020).

La corposa mole di ricerche svolte nell'ambito dell'elaborazione sensoriale nei bambini con ASD mette in rilievo come la presenza di disturbi della modulazione sensoriale in questi individui è correlata e può aggravare i sintomi dell'autismo rendendo la partecipazione ad attività quotidiane significative una sfida ancora più grande (Miller, 2006).

Molteplici studi hanno fornito prove crescenti del fatto che i disturbi della modulazione sensoriale sono altamente correlati e possono contribuire alla frequenza e alla gravità dei comportamenti ripetitivi e stereotipati (RRB) (Body et al., 2009; Joosten & Bundy, 2010).

Gal e colleghi (2010) hanno esaminato le relazioni tra SPD e movimento stereotipato in 221 bambini con e senza disturbi dello sviluppo (incluso l'autismo). I ricercatori hanno utilizzato lo Short Sensory Profile (SSP) per misurare SPD, la Stereotyped and Self-Injurious Movement Interview e la Repetitive Behavior Interview per misurare comportamenti potenzialmente correlati. Hanno scoperto che le differenze all'interno del gruppo e tra i gruppi nel movimento stereotipato potevano essere spiegate dalle differenze nei punteggi della SSP (Gal, Dyck & Passmore, 2010).

Questa relazione tra disturbi della modulazione sensoriale e RRB può essere particolarmente forte per l'iperreattività sensoriale.

Gli RRB possono portare a una mancanza di flessibilità e isolamento che limita il repertorio di gioco e l'opportunità di interagire con gli altri (Prelock, 2006). Ciò ha implicazioni significative per la partecipazione ad attività significative per la vita quotidiana del bambino. “Comportamenti di iperreattività come la resistenza al tocco e la sensibilità al rumore possono limitare la partecipazione del bambino al di là dei suoi deficit sociali fondamentali” (Ben-Sasson et al., 2008).

Disfunzioni nell'integrazione sensoriale hanno un impatto notevole anche a livello motorio. Come la nosologia di Miller del 2007 descrive, difficoltà di coordinazione e pianificazione motoria sono una manifestazione possibile di una disfunzionale integrazione di informazioni vestibolari, propriocettive e visive.

Individui con SBMD possono presentare per esempio, uno scarso controllo posturale. Queste persone spesso si accasciano in posizione eretta o seduta, non riescono a muovere facilmente gli arti in posizioni antigravitazionali, si muovono in maniera goffa. Possono anche mostrare difficoltà a mantenere o regolare automaticamente una posizione in modo che i compiti possano essere eseguiti in modo efficiente.

L'impatto di queste difficoltà sulle richieste della vita quotidiana è notevole (Miller et al., 2007).

Varie sono le evidenze che segnalano anche le associazioni tra deficit nella competenza sociale e/o ridotta partecipazione sociale e disturbi della modulazione sensoriale nei bambini ASD (Suarez, 2012). Lane e colleghi hanno trovato una chiara associazione tra disfunzione dell'elaborazione sensoriale e compromissioni nelle capacità comunicative (Lane et al., 2010).

Altresì, alcune ricerche hanno dimostrato che i bambini con ASD e SPD partecipano meno frequentemente ad attività al di fuori dell'ambiente scolastico e domestico e riferiscono di apprezzare meno tali attività rispetto ai bambini con ASD che presentano deficit di modulazione sensoriale meno evidenti (Suarez, 2012).

Pertanto, tali evidenze rendono lampante come il processo di elaborazione sensoriale sia cruciale per un adeguato sviluppo generale del bambino (Miller et al., 2007). Come si è detto, difficoltà di processazione sensoriale possono avere un impatto significativo su molteplici domini dello sviluppo e con gravità differenti. Queste se non riconosciute e trattate, possono influenzare profondamente la qualità della vita di una persona, rendendola difficile o persino invalidante. L'importanza di riconoscere e

affrontare le difficoltà sensoriali è quindi cruciale per prevenire limitazioni future e garantire un percorso di sviluppo il più equilibrato possibile (Kranowitz, 2006).

Dimensions	Behaviors observed
Sensory symptoms Results in 	Difficulty regulating sensory input: over or under responsiveness (Tactile, Movement, Taste, Smell, Auditory, or Visual stimuli); difficulty interpreting internal sensations (body awareness, interoception), and difficulty discriminating external sensations (from the environment).
Motor symptoms Results in 	Poor coordination, Clumsiness, Awkwardness, Poor posture, Limited planning and sequencing of motor skills; Inability to perform multistep tasks.
Behavioral symptoms Results in 	Aggression, Anger, Dysregulation, Tearfulness, Withdrawal. Anxiety, Poor attention, Hyperactivity, Poor impulse control.
Social symptoms	Social isolation, Withdrawal, Poor social relationships with peers and adults, Discomfort in social situations.

Figura 2.3 Gli effetti delle difficoltà di processazione sensoriale (Camarata et al., 2020)

CAPITOLO 3

Studio 1

Nel corso dei capitoli precedenti si è cercato di illustrare il complesso e multidimensionale costrutto di “elaborazione sensoriale” e di descrivere come difficoltà e/o anomalie di integrazione e processazione sensoriale possano impattare su diverse aree dello sviluppo, dalle funzioni cognitive di base fino alle più evolute che comprendono gli aspetti socio-emotivi e di adattamento.

Diversi studi in letteratura hanno dimostrato e sostenuto tale posizione (Galiana-Simal et al., 2020; Miller et al., 2009 ; Schulz et al., 2022) evidenziando specificatamente come pattern di elaborazione sensoriale atipici in età evolutiva possono inficiare la partecipazione alla routine e all'attività di vita quotidiana e a cascata i numerosi ambiti dello sviluppo quali l'attenzione, la memoria di lavoro, il linguaggio, l'apprendimento, la coordinazione motoria, e le abilità sociali ed emotive (Galiana-Simal et al., 2020; Schulz et al., 2022).

Tuttavia, tali evidenze derivano spesso da studi condotti attraverso l'utilizzo esclusivo di metodi di osservazione indiretta come i *parent-report*. Ad oggi, sono in numero limitato le ricerche che hanno utilizzato strumenti di osservazione diretta delle risposte sensoriali e che hanno considerato le relazioni tra queste misure e altri aspetti del funzionamento individuale (Passarello et al., 2022).

Alla luce di quanto esposto, con il presente studio si è quindi cercato di fornire un contributo alla ricerca di settore, valutando e descrivendo i profili di elaborazione sensoriale di bambini senza nessuna diagnosi pregressa (*Non-Diagnosis*, ND), indagati attraverso uno strumento di osservazione diretta della reattività sensoriale in età evolutiva quale è il SAND (Siper & Tavassoli, 2021), in associazione ad altri domini di funzionamento generale cognitivo ed adattivo del bambino.

I paragrafi che seguono delineeranno più specificatamente gli obiettivi e l'apparato sperimentale alla base della ricerca.

3.1 Obiettivi e ipotesi

L'obiettivo del presente studio è stato quello di analizzare i profili di elaborazione sensoriale di bambini di età compresa tra i 2.5 e i 5.11 anni attraverso l'utilizzo di uno strumento di osservazione indiretta, ampiamente utilizzato in letteratura come il *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), e di uno di osservazione diretta, ovvero il SAND (Siper & Tavassoli, 2021), al fine di osservare le possibili associazioni tra i risultati ottenuti utilizzando parallelamente i due strumenti.

Ulteriore scopo è stato quello di analizzare l'associazione tra gli aspetti sensoriali e il profilo di sviluppo globale del bambino oltre che la relazione con il suo profilo di adattamento.

A tal proposito, si ipotizza la presenza di associazioni tra gli strumenti analizzanti lo stesso costrutto, ossia la sensorialità (Tomcheck & Dunn, 2007), ma anche eventuali peculiari differenze legate alla diversa natura degli strumenti utilizzati. Infatti, le osservazioni relative alla sensorialità del bambino saranno ottenute da esaminatori differenti (*caregiver* e professionista clinico) e ciò, come la letteratura riporta, fa ipotizzare che vengano rilevate dagli osservatori caratteristiche distintive differenti e/o con diverse intensità/gravità, rivelando così delle discrepanze a livello di dato raccolto (De Los Reyes & Kazdin, 2005).

Inoltre, in accordo a quanto sostenuto dalla letteratura, si ipotizza un'ampia variabilità interna al gruppo in termini di pattern sensoriali manifestati dai bambini ma sempre entro un range di norma, come già Dunn aveva dimostrato con la spiegazione del *Four quadrant Model of Sensory processing* (Dunn, 1997).

In particolare, esaminando bambini senza nessuna diagnosi pregressa, si suppone di osservare dei profili sensoriali caratterizzati da risposte di maggior ricerca sensoriale (*seeking*) piuttosto che di elevata iperreattività o iporeattività (Tomchek & Dunn, 2007).

Si ipotizza altresì che caratteristiche di iperreattività e/o iporeattività dei profili sensoriali dei bambini siano associati a prestazioni inferiori, in termini di quoziente di sviluppo, rispetto ai domini cognitivi delle basi dell'apprendimento e del linguaggio (Tomchek et al. 2015; Dellapiazza et al., 2019) della batteria Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019). Si ipotizza una relazione simile, di conseguenza anche con il livello di adattamento; specificatamente ci aspetteremo quindi che i pattern di ipersensorialità o iposensorialità siano associati a prestazioni più scarse nella scala personale-sociale-

emotiva delle Griffiths-III e a livello delle subscale Comunicazione, Abilità del vivere quotidiano e Socializzazione (Dellapiazza et al., 2019; Mulligan, Douglas & Amstrong, 2021; Tomcheck et al., 2015) delle VABS-II (Balboni et al., 2016).

3.2 Partecipanti

La presente ricerca ha coinvolto 46 famiglie di bambini reclutati presso due Scuole dell'Infanzia nella provincia di Padova. Il numero effettivo di partecipanti le cui risposte sono state prese in considerazione al fine della presente ricerca si è ridotto a 44 unità (16 maschi e 28 femmine, *Metà* (mesi)=54.73, *DSetà* (mesi)=10.70), a causa della mancata compilazione dei questionari proposti a fronte delle difficoltà linguistiche da parte di alcune famiglie di origine straniera.

Tutti i bambini facenti parte del campione definitivo vengono dichiarati come in assenza di diagnosi (ND) e hanno sufficiente familiarità con la lingua italiana. Le caratteristiche principali del campione sono sintetizzate nella *Tabella 3.1*

<i>N</i>	<i>M:F</i>	<i>Metà (mesi)</i>	<i>DSetà</i>
44	16:28	54.73	10.70

Tabella 3.1 Caratteristiche principali del campione (ND)

3.3 Metodo

Il disegno sperimentale si è articolato in due fasi parallele, rispettivamente coinvolgenti i bambini presi in esame, e i loro genitori. Ai bambini sono state somministrate diverse prove di valutazione mentre ai loro genitori è stato chiesto di compilare una serie di questionari inerenti ai comportamenti e alle abitudini sensoriali dei loro figli. A quest'ultimi, inoltre, si è richiesta la partecipazione ad un'intervista semi-strutturata svolta telefonicamente.

Precisamente, la valutazione con i bambini ha previsto una fase di screening e una sperimentale. Durante la fase di screening sono state somministrate 2 prove tratte dalla batteria Weschler Preschool and Primary Scale of Intelligence - 3rd edition (WPPSI-III, Weschler, 2008): Vocabolario Recettivo (VR) e Ricostruzione di Oggetti (RO). La prima volta a rilevare una misura del profilo di funzionamento verbale del bambino, e la seconda volta ad ottenere una misura del suo funzionamento intellettivo non-verbale.

Per la fase sperimentale della ricerca è stato somministrato uno strumento osservativo per la valutazione dei profili di elaborazione sensoriale del bambino, il Sensory Assessment for Neurodevelopmental Disorders (SAND; Siper & Tavassoli, 2021) e la scala di sviluppo Griffiths Scales of Child Development 3rd edition (Griffiths-III, Griffiths & ARICD, 2017; adattamento italiano Lanfranchi et al., 2019), che permette di ottenere una misura circa il funzionamento globale del bambino.

Ai genitori sono stati proposti invece, un questionario che indaga l'elaborazione sensoriale e i comportamenti dei bambini nella quotidianità, ovvero il *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), e l'intervista semistrutturata *Vineland Adaptive Behavior Scales - Second Edition* (VABS-II, Sparrow et al., 2016; adattamento italiano di Giulia Balboni et al., 2016) valutante i profili di comportamento adattivo.

I materiali utilizzati per il suddetto studio sono elencati nella *Tabella 3.2* e saranno descritti in maniera dettagliata di seguito.

Prove di screening
<ul style="list-style-type: none"> • Subtest Vocabolario Recettivo (tratto dalla WPPSI-III, Weschler, 2008) • Subtest Ricostruzione di Oggetti (RO) (tratto dalla WPPSI-III, Weschler, 2008)
Prove sperimentali
<ul style="list-style-type: none"> • Sensory Assessment for Neurodevelopmental Disorders (SAND; Siper & Tavassoli, 2021) • Griffiths Scales of Child Development 3rd edition (GRIFFITHS-III, Griffiths & ARICD, 2017; adattamento italiano Lanfranchi et al., 2019) • Sensory Profile-2 (SP-2; Dunn, 2020) • Vineland Adaptive Behavior Scales - Second Edition (VABS-II, Sparrow et al., 2016, adattamento italiano Balboni et al., 2016)

Tabella 3.2 Sintesi e riferimenti bibliografici degli strumenti utilizzati per lo Studio 1

3.3.1 Strumenti

In questo paragrafo si descriveranno nel dettaglio gli strumenti utilizzati nel presente studio. Verranno prese in analisi primariamente le prove proposte nella fase di screening, per poi procedere con quelle della fase sperimentale.

3.3.1.1 Prove di screening

La *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence 3rd edition* (WPPSI-III, Wechsler, 2008) è uno strumento clinico multicomponenziale, somministrabile individualmente, che consente di ricavare una misura del funzionamento cognitivo generale del bambino con età compresa tra i 2 anni e 6 mesi e i 7 anni e 3 mesi. Il range di età è suddiviso in due fasce per permettere l'accordo con il continuo sviluppo cognitivo che si verifica durante questi anni critici. Perciò, la batteria prevede due protocolli di somministrazione, uno per i bambini della fascia 2.6-3.11 anni, e uno per i più grandi, ovvero della fascia 4.0-7.3 anni.

Al fine di ottenere una misura di funzionamento verbale e una misura di funzionamento non verbale dei partecipanti, in questo studio è stato scelto di somministrare due subtest presenti in entrambi i protocolli della batteria WPPSI-III (Wechsler, 2008): la prova di Vocabolario recettivo (VR) e quella di Ricostruzione di Oggetti (RO). I punteggi grezzi ottenuti sono stati poi confrontati con le tabelle di riferimento e trasformati in punteggi standardizzati.

- **Vocabolario Recettivo:**

il subtest Vocabolario Recettivo (Wechsler, 2008) permette di valutare la comprensione di termini e di istruzioni verbali, attraverso la memoria a lungo termine.

In questa prova, l'esaminatore mostra al bambino un gruppo di 4 figure e gli viene chiesto di indicare quella che l'esaminatore nomina ad alta voce. Gli item complessivi previsti dalla prova sono 38, tuttavia la somministrazione viene interrotta se il partecipante ottiene cinque 5 consecutivi negativi.

La somma del punteggio di ogni item codifica il punteggio grezzo complessivo della prova.

Il confronto con le tabelle normative permette di ottenere un punteggio standardizzato per età ($M= 10$ e $DS= 3$).

- **Ricostruzione di Oggetti**

Il subtest Ricostruzione di Oggetti (Wechsler, 2008) permette di valutare l'organizzazione visuomotoria, l'integrazione e sintesi della relazione parte-tutto,

il ragionamento non verbale e l'apprendimento prova ed errore del bambino. Coinvolge inoltre le abilità di natura spaziale, la coordinazione visuomotoria, la flessibilità cognitiva e la persistenza.

In questa prova, al bambino vengono di volta in volta presentati i pezzi di un puzzle che compongono una figura (es. una palla, un panino, un oggetto come un orologio o una macchina, un animale, ecc...) in una posizione standard e gli viene chiesto di mettere insieme i pezzi per formare un tutto significativo entro 90 secondi.

La prova è composta da 14 item che aumentano progressivamente di difficoltà incrementando il numero e il tipo di accostamenti, oltre che la complessità della figura. La somministrazione viene interrotta dopo 3 punteggi consecutivi negativi ottenuti in seguito ad un'esecuzione fuori tempo limite o per l'assenza di accostamenti corretti effettuati nel tempo limite.

La somma del punteggio di ogni item codifica il totale grezzo complessivo della prova. Il confronto con le tabelle normative permette di ottenere un punteggio standardizzato per età ($M= 10$ e $DS= 3$).

3.3.1.2 Prove sperimentali

Nella fase sperimentale della ricerca sono state proposte delle prove volte ad indagare i profili di elaborazione sensoriale, i livelli di sviluppo e quelli del comportamento adattivo dei bambini, utilizzando materiali sia di valutazione diretta che indiretta.

- Sensory Assessment for Neurodevelopmental Disorders (SAND)

Il Sensory Assessment for Neurodevelopmental Disorders (SAND; Siper & Tavassoli, 2021) è uno strumento di osservazione diretta che valuta la reattività sensoriale nei bambini. È stato validato su individui di età tra i 2 e i 12 anni, con vari livelli di funzionamento. Per la somministrazione non è necessaria l'interazione verbale, pertanto non sono richiesti requisiti linguistici e cognitivi preliminari.

Il SAND (Siper & Tavassoli, 2021) è stato concepito per valutare i sintomi sensoriali in un'ampia varietà di individui, in particolare quelli che possono avere una condizione di neurosviluppo, come l'ASD. I risultati rilevati con tale strumento possono

essere utili per identificare i sintomi sensoriali clinicamente significativi, misurare i cambiamenti nel tempo o in risposta al trattamento e pianificare il trattamento per questi individui.

Lo strumento in questione è composto dalla combinazione di un'osservazione clinica del bambino consistente in 36 item, e dalla corrispondente intervista strutturata al *caregiver* (anch'essa di 36 item).

Esso identifica e quantifica i sintomi sensoriali considerando sia la “Modalità sensoriale”, relativa al sistema sensoriale coinvolto nella stimolazione, che il “Dominio sensoriale”, ovvero il tipo di risposta che l'individuo può manifestare alla presentazione dello stimolo.

Per quanto concerne la “Modalità sensoriale” il SAND esamina le tre aree sensoriali maggiormente studiate nell'individuo:

- Vista
- Tatto
- Udito

Relativamente al “Dominio sensoriale”, lo strumento considera tre differenti pattern di risposta che il bambino può manifestare di fronte alla stimolazione sensoriale:

- Iperreattività
- Iporeattività
- *Seeking*

La combinazione di Modalità e Domini sensoriali codifica le sottoscale del SAND (*Figura 3.1*).

Per ogni modalità (visiva, uditiva, tattile) vengono presentati una serie di cinque manipolatori. L'esposizione diretta degli stimoli sensoriali consente di codificare la presenza e l'assenza di comportamenti sensoriali, che forniscono informazioni fondamentali sulla presenza di caratteristiche sensoriali specifiche di un individuo.

	VISUAL	TACTILE	AUDITORY
HYPERREACTIVITY	Visual Hyperreactivity	Tactile Hyperreactivity	Auditory Hyperreactivity
HYPOREACTIVITY	Visual Hyporeactivity	Tactile Hyporeactivity	Auditory Hyporeactivity
SEEKING	Visual Seeking	Tactile Seeking	Auditory Seeking

SAND Scales

Figura 3.1 Sottoscale del SAND (Siper & Tavassoli, 2021)

Ognuno dei 36 item, sia del modulo dell'intervista al *caregiver* che del modulo di osservazione diretta, è assegnato a un sottoscala che riflette una modalità sensoriale e un dominio sensoriale. Per esempio, l'item "strizza gli occhi, si copre o chiude gli occhi in risposta a stimoli visivi luminosi o tremolanti?" dell'intervista sono esempi corrispondenti di item di ipereattività visiva, cioè di item che valutano l'ipereattività nell'ambito della modalità visiva.

Ogni sottoscala è composta da 3 elementi denominati "item di comportamento", ognuno dei quali valuta se è presente o meno un comportamento sensoriale specifico. Inoltre, per ogni sottoscala vi è un "item gravità", che viene considerato solo quando è presente il comportamento richiesto da "l'item comportamento", il quale valuta la qualità del sintomo sensoriale in termini di gravità.

Nel dettaglio, per ogni "item comportamento" viene chiesto di valutare la presenza o l'assenza di un sintomo sensoriale codificando con 1 un sintomo presente e con 0 un sintomo assente (punteggi rispecchianti rispettivamente la presenza o l'assenza di una risposta sensoriale atipica). L'unica eccezione è data gli item comportamentali dell'iporeattività uditiva e dell'iporeattività tattile, i quali, fungendo da item controllo, vengono codificati inversamente: viene assegnato 1 punto se la risposta comportamentale atipica è assente. Per "l'item gravità" l'attribuzione del punteggio segue regole precise: un codice di gravità "lieve" riceve un punteggio di 1 e un codice di gravità "da moderato a grave" riceve un punteggio di 2.

I punteggi totali comprendono la somma di tutti i punteggi dell'osservazione e dell'intervista. Il totale massimo per ogni sottoscala è 5 per ogni modulo, che comprende l'approvazione di tutti e tre gli item comportamentali più un codice da Moderato a Grave sull'item di gravità.

Al termine della somministrazione si otterranno dunque i punteggi grezzi relativi ad ogni sottoscala, ad ogni modalità e ad ogni dominio, oltre a un totale dato dalla somma del punteggio di entrambi i moduli di somministrazione (osservazione diretta e intervista), per un massimo di 90. I punteggi grezzi ottenuti sono poi confrontati con le tabelle di riferimento e trasformati in punteggi standardizzati.

Per questo studio non è stata somministrata l'intervista al *caregiver* ma è stata considerata solo la parte osservativa. Inoltre, sono stati presi in considerazione i punteggi grezzi, di conseguenza, all'assenza delle tabelle normative di riferimento per la popolazione italiana.

- **Sensory Profile-2 (SP-2)**

Il *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), è un questionario *parent-report* progettato per indagare i modelli di elaborazione sensoriale nei bambini dalla nascita fino all'età di 14 anni e 11 mesi. Questo strumento valuta la frequenza di comportamenti in risposta agli stimoli sensoriali ambientali, consentendo di valutare l'impatto di tali risposte sulla partecipazione del bambino alle attività quotidiane in casa, a scuola e in contesti sociali.

Il questionario è composto da 86 item. Ai genitori è richiesto di indicare su una scala Likert a 6 punti (da 1= quasi mai a 5= quasi sempre, e 6= non applicabile) la frequenza del comportamento descritto, da parte del loro bambino.

Il questionario è composto da 8 sezioni, 5 che indagano le risposte associate alla processazione relativa ai differenti sistemi sensoriali (processazione uditiva, processazione visiva, processazione tattile, processazione del movimento (vestibolare), processazione della posizione del corpo (proprioceettiva), processazione della sensibilità orale), e 3 volte ad esaminare i comportamenti che si pensa siano associati alla processazione sensoriale quali la condotta, le risposte socio-emotive e le risposte attentive.

La somma dei punteggi, inoltre, consente di ottenere dei profili di elaborazione sensoriale che possono essere inquadrabili nel modello dei 4 quadranti proposto da Dunn (Dunn, 2014): Ricerca (RI), Evitamento (EV), Sensibilità (SE), Registrazione (RE).

Ai fini del presente studio sono stati utilizzati i punteggi grezzi relativi a tutti i domini.

- **Griffiths Scales of Child Development 3rd edition (Griffiths-III)**

Le Griffiths Scales of Child Development 3rd edition (Griffiths-III; Griffiths & ARICD, 2017; adattamento italiano Lanfranchi et al., 2019), sono uno strumento che consente di individuare il quoziente di sviluppo generale (QS) nei bambini nella prima infanzia.

Le scale possono essere somministrate dalla nascita fino ai 6 anni (72 mesi di età). Lo strumento è composto specificatamente da 5 scale, le quali permettono di rilevare i punti di forza e debolezza del bambino in diverse aree dello sviluppo:

- **Scala A: Basi dell'apprendimento**

valuta quegli aspetti che durante la prima infanzia rappresentano i prerequisiti delle capacità di apprendimento come le abilità cognitive di base quali l'attenzione e la velocità di elaborazione, funzionamento esecutivo, aspetti del pensiero (ragionamento, organizzazione delle informazioni e pianificazione di soluzioni formazione di concetti, pensiero critico, analitico e sequenziale, classificazione e individuazione di categorie), differenti tipi di memoria: incidentale, di lavoro, visiva, uditiva e permanenza dell'oggetto; gioco: abilità di interagire simbolicamente con gli oggetti.

- **Scala B: Linguaggio e comunicazione**

Misura lo sviluppo linguistico globale del bambino, che include l'uso e comprensione del linguaggio sia espressivo che ricettivo e l'utilizzo del linguaggio per comunicare socialmente con gli altri. Vengono inoltre rilevati particolari aspetti della cognizione (l'attenzione, la capacità di ascolto e la memoria verbale) che risultano importanti per un buono sviluppo del linguaggio.

- **Scala C: Coordinazione oculo-manuale**

Valuta le abilità fino-motorie, la destrezza manuale e le abilità visuo-percettive. Gli aspetti misurati da queste prove comprendono la percezione visiva, la coordinazione motoria fine, la pianificazione motoria e la coordinazione

bilaterale, la manipolazione di oggetti, le abilità grafo-motorie, le abilità complesse di costruzione, le velocità di movimento, la forza e la prensione.

- **Scala D: Personale, sociale, emotiva**

Valuta i comportamenti che costituiscono lo sviluppo iniziale delle abilità del bambino in diverse aree: sfera personale, dove ritroviamo l'emergere del concetto di sé; sociale, attraverso compiti che misurano aspetti delle interazioni del bambino; emotiva, dove i costrutti misurati includono la comprensione e l'espressione emotiva, la capacità di assumere la prospettiva dell'altro, lo sviluppo del ragionamento morale e della teoria della mente.

- **Scala E: Grosso-motoria**

Valuta il controllo posturale, l'equilibrio, la coordinazione corporea generale, la coordinazione visuo-spaziale, la forza e la resistenza, il ritmo e la sequenzialità motoria.

Lo strumento prevede che ci siano per ogni età prove relative a tutte le scale, le quali richiedono abilità che rispecchiano lo sviluppo delle stesse nella popolazione di bambini a sviluppo tipico. In questo senso, gli item di ogni scala incrementano progressivamente la difficoltà dei compiti proposti, richiedendo al bambino abilità sempre più complesse e mature per il loro svolgimento.

La somministrazione, dunque inizierà dal primo item di ogni scala specifico per la fascia d'età del bambino indicata nel protocollo. Seguendo i requisiti per l'individuazione della base e il tetto (Lanfranchi et al., 2019) la somministrazione continua fino a quando il bambino sbaglia o non svolge 4 item consecutivi per ogni scala: dopo aver individuato questo livello, tutti gli item successivi verranno considerati non superati.

A partire dalla base, gli item superati e tutti i precedenti ottengono 1 punto, mentre quelli non superati e i successivi al tetto valgono 0.

La consultazione con le tabelle normative, specifiche per età e per genere, della somma dei punteggi ottenuti negli item di ogni scala, e quella dei punteggi complessivi di tutte le scale permettono di ottenere dei punteggi standardizzati e un punteggio generale di sviluppo del bambino. Lo strumento fornisce valori di riferimento quali i punteggi di

età equivalente, i punteggi ponderati, i quozienti di sviluppo (QS), i punteggi stanine ed i percentili. Per il presente studio si sono considerati i punteggi di quoziente di sviluppo (QS: $M=100$, $DS=15$; Balboni et al., 2016).

- **Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition (VABS-II)**

La Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition (VABS-II, Sparrow et al., 2016, adattamento italiano Balboni et al., 2016) è un'intervista semi-strutturata volta a misurare il comportamento adattivo, ovvero le abilità che l'individuo abitualmente svolge per rispondere alle attese di autonomia personale e responsabilità sociale proprie di persone di pari età e contesto culturale. Può essere somministrata in individui da 0 a 90 anni, senza particolari requisiti di inclusione.

La VABS-II è costituita da 4 scale suddivise in 11 subscale:

- **Comunicazione:**

- Ricezione: valuta la capacità di comprendere le informazioni e le istruzioni.
- Espressione: valuta l'abilità di esprimersi verbalmente.
- Scrittura: valuta la capacità di leggere e scrivere.

- **Abilità del vivere quotidiano:**

- Personale: valuta l'abilità di cura personale (mangiare, vestirsi, e igiene).
- Domestica: valuta l'abilità domestiche come pulizia e gestione della casa.
- Comunità: valuta come il soggetto è in grado di funzionare in ambienti comunitari, come usa tempo, denaro e proprie capacità lavorative.

- **Socializzazione:**

- Relazioni interpersonali: valuta l'abilità di interagire con gli altri.
- Gioco e Tempo Libero: valuta la capacità di partecipare ad attività di gioco e ricreative, e come l'individuo impiega il suo tempo libero.
- Regole sociali: valuta come il soggetto riesce a manifestare senso di responsabilità e sensibilità verso gli altri.

- **Abilità Motorie:**

- Grossolane: valuta l'abilità del soggetto di usare braccia e gambe per il movimento e la coordinazione (es. camminare, correre);
- Fini: valuta l'abilità dell'individuo di usare mani e dita per manipolare gli oggetti.

A seconda dell'età della persona presa in esame ci saranno diversi punti di inizio. Una volta individuato il punto di inizio è necessario, per ogni subscale, determinare due livelli: la base e il tetto (Balboni et al., 2016). Ad ogni domanda, si attribuisce un punteggio 0, 1 o 2, in cui lo 0 indica che l'individuo non è in grado di svolgere l'attività o la svolge solo se aiutato, l'1 si attribuisce quando il soggetto è in grado di svolgere l'attività in autonomia ma lo fa in maniera sporadica; Un punteggio pieno di 2 codifica che l'individuo svolge l'attività in maniera autonoma ed efficiente. Alla fine dell'intervista si sommeranno i punteggi grezzi per ogni subscale; la somma di quest'ultime permette il calcolo del totale, il quale fornisce un indice complessivo di comportamento adattivo. Le tabelle normative dello strumento consentono di convertire i punteggi grezzi in standardizzati ($M=100$, $DS=15$).

3.3.2 Procedura

La presente ricerca si è svolta nel periodo gennaio-maggio 2024 e ha coinvolto 44 bambini reclutati presso due Scuole dell'Infanzia della Provincia di Padova.

Dopo aver acquisito l'autorizzazione scritta alla partecipazione alla ricerca e al trattamento dei dati raccolti da parte delle famiglie, è stato assegnato un codice alfanumerico ad ogni bambino. A febbraio 2024 è iniziata la somministrazione delle prove parallelamente ai bambini e ai rispettivi genitori.

Ai bambini, dunque, sono stati somministrati preliminarmente i subtest di Vocabolario Recettivo e Ricostruzione di oggetti della scala WPPSI-III (Wechsler, 2008). Successivamente in maniera bilanciata sono state somministrate la scala SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e le scale di sviluppo Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019). Per ogni bambino la valutazione complessiva ha richiesto in media 3 incontri di circa 1 ora, considerando l'età, le caratteristiche comportamentali e l'affaticamento del bambino.

Ai genitori è stata invece richiesta la compilazione del questionario Sensory Profile-2 (Dunn,2020) e la partecipazione all'intervista semistrutturata Vineland-II (Sparrow et al., 2016, adattamento italiano Balboni et al., 2016) di circa un'ora, per via telefonica. Una volta terminata la raccolta dei dati ed effettuato lo scoring delle prove, è stata offerta una restituzione individuale ai singoli partecipanti. Si è proceduto, infine, con l'analisi dei dati raccolti, i cui risultati saranno discussi di seguito.

3.4 Risultati

Il presente studio si è proposto di analizzare i profili di elaborazione sensoriale di 44 bambini (16 maschi e 28 femmine) di età compresa tra i 2.5 e i 5.11 anni attraverso l'utilizzo di uno strumento di osservazione indiretta il *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), e uno di osservazione diretta il SAND (Siper & Tavassoli, 2021), al fine di osservare le associazioni esistenti tra le caratteristiche sensoriali riportate da differenti osservatori (*caregivers* e professionista clinico). Inoltre, si è voluto analizzare l'associazione tra gli aspetti sensoriali e il profilo di sviluppo globale del bambino oltre che la relazione con il suo profilo di adattamento, esaminando se e come profili di ipersensorialità, iposensorialità e *seeking* influenzino i vari domini dello sviluppo con particolare riferimento ai domini comunicativo-linguistico, di socializzazione e delle abilità di vita quotidiana.

Le analisi dei dati raccolti sono state condotte utilizzando il pacchetto statistico SPSS. Sono state calcolate le statistiche descrittive delle misure raccolte per ogni strumento. Si è successivamente condotta un'analisi di correlazione bivariata allo scopo di evidenziare eventuali relazioni significative tra i domini relativi alla processazione sensoriale dei due strumenti misuranti la reattività sensoriale (SP-2 (Dunn, 2020) e SAND (Siper & Tavassoli, 2021)) e le associazioni di queste misure con le altre variabili considerate, ovvero le subscale della batteria Griffiths-III (Lanfranchi et al.) relativa al livello di sviluppo globale e le scale del comportamento adattivo che costituiscono l'intervista VABS-II (Balboni et al., 2016).

Di seguito si procederà a descrivere i risultati delle analisi dei dati.

3.4.1 Statistiche descrittive

3.4.1.1 Prove di screening

Come descritto in precedenza, ai partecipanti sono inizialmente state somministrate due prove di screening: Vocabolario Recettivo (VR) e Ricostruzione di oggetti (RO) della scala WPPSI-III (Wechsler, 2008). In *Tabella 3.3* vengono riportate le statistiche descrittive relative ai punteggi ponderati ottenuti.

WPPSI-III				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
VR	11.80	2.71	6	15
RO	11.82	2.62	6	19

Tabella 3.3 *Statistiche descrittive delle prove di screening*

Nota: VR= *Vocabolario Recettivo*; RO= *Ricostruzione di Oggetti*

Come si può evincere dalla tabella, le prestazioni medie ad entrambe le prove si collocano all'interno del range di norma rispetto alla popolazione generale; le prestazioni sono state confrontate con le tabelle di standardizzazione italiana dello strumento (per i punteggi ponderati dei subtest i riferimenti della WPPSI-III (Wechsler, 2008) sono: $M=10$; $DS=3$). Inoltre, è possibile osservare una massiccia variabilità interna al gruppo per entrambi i subtest.

3.4.1.2 SAND

Per indagare la reattività sensoriale dei bambini è stato utilizzato lo strumento osservativo SAND (Siper & Tavassoli, 2021). In particolare, sono stati presi in esame i punteggi grezzi totali relativi alle Modalità e ai Domini sensoriali, e il punteggio grezzo totale dell'osservazione. La *Tabella 3.4* riporta le statistiche descrittive calcolate relative alle variabili sopra menzionate.

A livello di osservazione totale è evidente la presenza di una grande variabilità interna al gruppo circa la sensorialità generale ($M=11.66$, $DS=3.42$, $Min=4$, $Max=19$). Si osserva, inoltre, a livello di modalità sensoriale, un punteggio lievemente maggiore per il sistema tattile rispetto alle altre modalità. In merito ai 3 domini, si osserva, invece, un

punteggio più alto relativamente al *Seeking*. Limitatamente a quest'ultimo si denota anche una maggior variabilità di risposta intragruppo ($Min=0$, $Max=13$).

SAND				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Visiva	3.64	1.86	0	9
Tattile	4.48	1.84	2	9
Uditiva	3.55	2.04	0	10
Iperreattività	1.50	1.81	0	5
Iporeattività	2.59	2.51	0	9
Seeking	7.57	3.12	0	13
Totale	11.66	3.42	4	19

Tabella 3.4 Statistiche descrittive relative al SAND (Siper & Tavassoli, 2021)

3.4.1.3 SP-2

Per indagare i pattern di elaborazione sensoriale dei bambini, attraverso una misura di osservazione indiretta, è stato utilizzato il questionario *Sensory Profile-2* (SP-2; Dunn, 2020), compilato dai genitori.

In particolare, sono stati presi in esame i punteggi grezzi totali di tutte le scale. La *Tabella 3.5* ne riporta le statistiche descrittive.

Dalla tabella si evince una grande variabilità interna al gruppo sia a livello di osservazione totale ($Min=38$, $Max=399$) sia per le singole scale considerate.

In merito ai pattern sensoriali Evitamento (EV), Registrazione (RE), Ricerca (RI), Sensibilità (SE), i punteggi medi del gruppo sono simili per tutti 4 i tipi considerati. Relativamente a questi si evince una notevole varianza interna al gruppo, in particolar modo per la scala di Registrazione (RE).

A livello generale, si può osservare che il punteggio superiore è stato ottenuto, circa le scale di processazione sensoriale, dalla scala di Processazione Orale, la quale rivela anche una grande varianza interna ($Min=2$, $Max=47$); Relativamente ai pattern di risposta, il punteggio maggiore si osserva nell'indice di Risposte Socio-Emotive. Anche

in questo caso, così come per l'indice di Risposte Attentive, la variabilità interna al gruppo è alta.

SP-2				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Evitamento	35.68	10.04	17	67
Registrazione	32.25	16.06	2	118
Ricerca	35.59	13.55	2	93
Sensibilità	32.27	12.40	14	88
Uditiva	16.50	5.43	7	30
Visiva	14.07	5.42	5	39
Tattile	15.39	6.46	1	49
Movimento	15.23	6.10	1	44
Posizione corporea	11.23	6.60	0	44
Orale	17.39	8.32	2	47
Condotta	14.73	6.11	3	40
Risposte Socio-Emotive	24.57	8.30	10	50
Risposte Attentive	17.73	9.06	5	66
Totale	146.82	51.69	38	399

Tabella 3.5 Statistiche descrittive relative al SP-2 (Dunn, 2020)

3.4.1.4 GRIFFITHS-III

Per indagare i profili di sviluppo dei bambini è stata utilizzata la scala di sviluppo Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019); in particolare è stato preso in considerazione il punteggio di quoziente di sviluppo (QS) di ogni scala e del totale. In relazione a quest'ultimo si riporta che la classificazione descrittiva di riferimento delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019) riporta come “Nella Media” le prestazioni che rivelano QS di 90-109, “Sotto la media” punteggi collocatosi nel range 80-89, e “Sopra la media” punteggi nel range 110-119). La *Tabella 3.6* illustra le statistiche descrittive dei QS calcolati per tutte le scale di sviluppo Griffiths-III.

In primo luogo, si sottolinea che la prestazione media del gruppo considerato si colloca in media, se non lievemente al di sopra della media, rispetto ai riferimenti normativi dello strumento sia in relazione all'indice di sviluppo generale totale sia rispetto i singoli domini indagati. Anche in questo caso si può osservare una grande variabilità del gruppo nell'andamento prestazionale totale (*Min*= 81, *Max*= 133). Nel dettaglio, si osserva, inoltre, una maggiore variabilità intragruppo in relazione alla scala E, descrittiva delle abilità grosso-motorie e una variabilità minore in relazione alla scala D, personale sociale ed emotiva.

GRIFFITHS-III				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Scala A	110.18	14.46	74	137
Scala B	110.61	12.93	58	132
Scala C	112.45	14.87	72	143
Scala D	107.32	8.18	82	125
Scala E	107.16	16.51	50	129
QS totale	111.45	10.38	81	133

Tabella 3.6 *Statistiche descrittive relative alle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019)*

3.4.1.5 VABS-II

Al fine di esaminare i profili di comportamento adattivo dei bambini è stata utilizzata l'intervista semistrutturata Vineland- II (VABS-II, Balboni et al., 2016). Anche in questo caso si è considerato come valore di riferimento il quoziente di deviazione per ogni scala e del totale (Scala composta). In merito si riporta che le tabelle normative italiane dello strumento riportano livelli adattivi “adeguati” per punteggi di QI di deviazione che si collocano nel *range* 85-114, (Balboni et al., 2016).

La *Tabella 3.7* presenta le statistiche descrittive calcolate per le varie subscale dello strumento.

VABS-II				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Comunicazione	97.95	10.13	78	118
Abilità del vivere quotidiano	103.91	10.73	80	124
Socializzaione	111.45	9.68	89	128
Abilità Motorie	97.41	10.19	66	117
Scala Composta	103.00	8.91	84	121

Tabella 3.7 Statistiche descrittive delle VABS-II (Balboni et al., 2016)

Dal confronto con le tabelle normative, il campione ha rivelato punteggi medi totali che si collocano in fascia “adeguata”, dunque nella norma, per ogni scala e per il totale. Considerando le singole scale si osserva un punteggio medio maggiore rispetto alla scala Socializzazione, e una media inferiore, sebbene sempre in fascia adeguata, rispetto alle scale Comunicazione e Abilità motorie.

Anche dall’analisi dei punteggi forniti da questo strumento si evince una grande variabilità intragruppo nelle singole scale, la quale si riflette anche nel QI di deviazione totale, ossia nella Scala Composta.

3.4.2 Analisi delle correlazioni

Successivamente al calcolo delle statistiche descrittive si è proceduto ad un’analisi di correlazione bivariata, con l’obiettivo di individuare eventuali relazioni significative tra gli strumenti che indagano i profili di elaborazione sensoriale e tra questi e le altre variabili circa il funzionamento cognitivo e adattivo.

Dal punto di vista teorico, l’analisi delle correlazioni è una procedura statistica volta a verificare se due variabili sono legate da un’associazione e, più nello specifico, l’intensità di tale relazione. La correlazione non risulta tuttavia informativa rispetto al rapporto di causa-effetto che intercorre tra le variabili (Keppel et al., 2001), per cui non si parlerà di impatto o influenza diretta ma solo di associazione tra variabili.

Per l’analisi dei dati relativa al presente lavoro sono stati presi in considerazione i coefficienti di correlazione di Pearson, indicati dal simbolo r . Tali coefficienti possono assumere valori compresi tra -1 e +1. Nel caso della correlazione negativa (con $-1 < r <$

0), al crescere di una variabile si verifica una diminuzione dell'altra, o viceversa. Nel caso della correlazione positiva (con $0 < r < +1$), invece, le due variabili mutano nella medesima direzione: in altre parole, aumentano o diminuiscono entrambe. Infine, quando r assume valore zero, questo indica assenza di correlazione tra le variabili considerate, ma non autorizza a ritenerle indipendenti (Keppel et al., 2001).

Sempre in riferimento ai coefficienti di correlazione, il test di significatività a due code prende in considerazione due livelli di significatività: i coefficienti di correlazione significativi al livello 0.05 vengono indicati con *, mentre quelli significativi al livello 0.01 vengono indicati con ** (Barbaranelli & D'Olimpio, 2006).

In particolare, per lo studio preso in esame, le variabili considerate dalle analisi di correlazione fanno riferimento alle misure valutanti i pattern di elaborazione sensoriale SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e SP-2 (Dunn, 2020), delle quali si sono considerati i punteggi grezzi. Inoltre, sono state prese in esame anche le misure di QS di ogni scala delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019), e dei QI di deviazione delle scale relative al profilo di adattamento del bambino (VABS-II; Balboni et al., 2016).

Di seguito verranno presentati i risultati emersi dalle le matrici di correlazione separate in paragrafi per ragioni di maggiore chiarezza espositiva. Verranno prese prima in considerazione le relazioni tra i punteggi di SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e SP-2 (Dunn, 2020), dunque la misura dei pattern di elaborazione sensoriale diretta e indiretta; Successivamente verranno esplorate le relazioni dei risultati emersi da questi due strumenti con i punteggi ottenuti alle scale Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019) e alle scale VABS-II (Balboni et al., 2016).

3.4.2.1 Risultati delle correlazioni

Correlazioni tra SP-2 & SAND

Come si evince dalla *Tabella 3.8*, ad una prima osservazione si denota la presenza di una correlazione positiva significativa tra i due strumenti in relazione ai punteggi di osservazione totale ($r = .393, p < .01$). In aggiunta si osservano correlazioni positive statisticamente significative circa tutte le scale del SP-2 (Dunn, 2020), ad eccezione della scala Risposte Socio-Emotive, con la modalità uditiva del SAND (Siper & Tavassoli, 2021) ($.297 < r < .624, p < .05$);

Tale associazione si evidenzia anche tra la maggior parte delle scale del SP-2 (Dunn, 2020), fuorchè il pattern Evitamento, e le scale di processazione Uditiva, Orale e Risposte Socio-Emotive, e il punteggio di osservazione totale del SAND (Siper & Tavassoli, 2021). In aggiunta appare esserci una correlazione positiva significativa anche tra il pattern Sensibilità del questionario e il dominio di iperreattività del SAND (Siper & Tavassoli, 2021), ($r = .296, p < 0.05$).

Inoltre, è importante notare che, nonostante non venga raggiunta la significatività a livello statistico, le analisi di correlazione tra i due strumenti rivelano associazioni tendenti alla significatività. Nel dettaglio ci si riferisce ad associazioni positive tra il pattern Evitamento (SP-2) e l'osservazione totale del SAND, il pattern Registrazione (SP-2) e il dominio Iperreattività (SAND), il pattern Sensibilità (SP-2) e il *Seeking* (SAND), e ancora tra entrambe le scale del questionario relative alla processazione Visiva e Tattile (SP-2) con il dominio Iperreattività (SAND) (vedi *Tabella 3.8*).

		SAND						
		Modalità			Dominio			
SP-2		Visiva	Tattile	Uditiva	Iper	Ipo	Seek	Totale
Pattern Sensoriale	Evitamento	.051	.058	.339*	.091	-.009	.241	.261
	Registrazione	.066	.012	.585**	.255	.097	.203	.392**
	Ricerca	.093	.020	.508**	.226	.124	.169	.365*
	Sensibilità	.151	-.016	.506**	.296*	-.013	.250	.376*
Processazione Sensoriale	Uditiva	.134	-.069	.311*	.213	-.111	.208	.221
	Visiva	.003	.160	.546**	.255	.086	.236	.414**
	Tattile	.043	.139	.624**	.257	.162	.236	.471**
	Movimento	.135	.011	.425**	.175	.107	.178	.333*
	Posizione corporea	.153	-.019	.483**	.179	.018	.278*	.361*
	Orale	.136	-.044	.297*	.243	-.019	.123	.227
Risposte Comportamentali	Condotta	.038	.012	.544**	.246	.111	.154	.352*
	Risposte Socio-Emotive	.068	.075	.244	.066	.040	.174	.223
	Risposte Attentive	.035	-.009	.623**	.247	.097	.203	.387**
Totale		.099	.031	.540**	.247	.066	.234	.393**

Tabella 3.8

Matrice di correlazione tra SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e SP-2 (Dunn, 2020)

Correlazioni tra SAND, SP-2 & Griffiths, VABS-II

Saranno descritte di seguito le correlazioni statisticamente significative emerse dall'analisi dei risultati delle associazioni esistenti tra SAND (Siper & Tavassoli, 2021), SP-2 (Dunn, 2020) e Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019), VABS-II (Balboni et al., 2016), riportate anche in *Tabella 3.9*.

Innanzitutto, emerge una correlazione negativa tra la scala B delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019), che indaga gli aspetti linguistici e comunicativi del bambino, con il dominio di iperreattività del SAND ($r = -.400$, $p < .01$). Invece si osserva

un'associazione positiva statisticamente significativa tra la scala D personale, sociale ed emotiva delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019) e il dominio *Seeking* del SAND (Siper & Tavassoli, 2021), ($r = .291, p < .05$).

Considerando sempre la misura di osservazione diretta della reattività sensoriale, si osserva una correlazione negativa tra la scala Comunicazione delle VABS-II (Balboni et al., 2016) e la modalità Tattile del SAND ($r = -.348, p < .05$). In aggiunta si evidenziano, correlazioni negative anche tra tutte le scale del profilo di adattamento, ad eccezione della scala Abilità Motorie, e la modalità Uditiva del SAND (Siper & Tavassoli, 2021) ($-.381 < r < .289, p < .05$).

Per quanto concerne le correlazioni esistenti tra i risultati sui profili sensoriali dei bambini ottenuti tramite la misura di osservazione indiretta SP-2 (Dunn, 2020), e le scale di funzionamento globale, si evince una sola correlazione statisticamente significativa, e nel dettaglio inversa, tra la scala B (Griffiths-III, Lanfranchi et al., 2019) e la processazione Uditiva del questionario ($r = -.292, p < .05$).

In relazione alle analisi di correlazioni tra VABS-II (Balboni et al., 2016) e SP-2 (Dunn, 2020), emergono associazioni negative statisticamente significative tra la scala Comunicazione (VABS-II, Balboni et al., 2016) e il pattern Sensibilità del SP-2 (Dunn, 2020) ($r = -.292, p < .05$), e ancora tra la medesima scala del profilo di adattamento e la processazione Uditiva ($r = -.368, p < .05$) dello strumento di valutazione della sensorialità. Infine, sono numerose le associazioni negative statisticamente significative che si osservano tra la scala Abilità del vivere quotidiano dell'intervista e diversi indici del questionario SP-2 (Dunn, 2020); Nel dettaglio le associazioni sono emerse con il pattern Registrazione ($r = -.335, p < .05$), il pattern Sensibilità ($r = -.318, p < .05$), le scale di processazione Tattile ($r = -.324, p < .05$), della posizione del corpo ($r = -.297, p < .05$), di processazione Orale ($r = -.323, p < .05$), e ancora con gli indici di Condotta ($r = -.307, p < .05$) e Risposte Attentive ($r = -.317, p < .05$), nonché con il punteggio totale del SP-2 ($r = -.296, p < .05$) (Dunn, 2020).

	SAND							SP-2													
	Modalità			Dominio				Pattern sensoriale				Processazione sensoriale					Risposte comportamentali				
	Visiva	Tattile	Uditiva	Iper	Ipo	Seek	Totale	EV	RE	RI	SE	Uditiva	Visiva	Tattile	Movimento	Posizione del corpo	Orale	Condotta	Risposte Socio-Emotive	Risposte Attentive	Totale
GRIFFITHS-III																					
Scala A	-.062	.202	.038	.030	-.044	.125	.098	.042	.054	.009	.006	.029	.046	.074	.067	-.003	-.163	.111	.026	.060	.026
Scala B	.043	-.120	.084	-.400**	.001	.242	.009	-.005	-.036	-.023	-.154	-.292*	-.019	-.042	.028	-.038	-.171	.032	.004	.012	-.060
Scala C	-.045	.189	-.005	-.013	-.042	.123	.075	.192	.087	-.017	-.029	-.092	.167	.072	.087	.026	-.128	.140	.109	.094	.060
Scala D	.138	.066	.087	.042	-.171	.291*	.162	-.068	-.043	-.076	.026	-.046	.039	-.042	-.059	-.004	-.018	-.127	-.042	-.006	-.039
Scala E	-.188	-.193	-.085	-.079	-.234	-.047	-.256	.089	.074	.029	.060	.001	.071	.009	.058	-.043	.044	.049	.047	.151	.057
QS Totale	-.030	.047	.048	-.176	-.128	.247	.038	.072	.021	-.037	-.077	-.170	.078	.012	.038	-.047	-.183	.062	.026	.088	-.012
VABS-II																					
Comunicazione	-.084	.348*	-.289*	-.166	.117	-.032	-.031	-.196	-.232	-.143	-.292*	-.368*	-.071	-.200	-.028	-.167	-.206	-.266	-.062	-.260	-.216
Abilità del vivere quotidiano	.145	.179	-.352*	-.060	.102	-.086	-.035	-.186	-.335*	-.274	-.318*	-.200	-.092	-.324*	-.188	-.297*	-.323*	-.307*	-.130	-.317*	-.296*
Socializzazione	.118	.158	-.330*	-.118	.002	.014	-.048	-.161	-.170	-.134	-.160	-.237	.021	-.156	-.042	-.150	-.073	-.217	-.154	-.150	-.155
Abilità Motorie	.020	.017	-.117	-.117	-.118	.108	-.050	.140	-.036	-.024	-.038	.053	.184	-.024	.033	-.045	-.172	-.023	.076	.021	.005
Scala Composta	.055	.237	-.381*	-.161	.068	-.038	-.070	-.126	-.272	-.203	-.287	-.259	-.040	-.249	-.084	-.259	-.259	-.276	-.080	-.243	-.235

Tabella 3.9

Matrice di correlazione tra SAND (Siper & Tavassoli, 2021), SP-2 (Dunn, 2020) e Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019), VABS-II (Balboni et al., 2016)

Nota: EV= Evitamento; RE= Registrazione; RI= Ricerca; SE= Sensibilità

3.5 Discussione dei risultati

Le evidenze in letteratura relative all'indagine delle caratteristiche sensoriali dei bambini sono prevalentemente risultate da studi condotti con strumenti di osservazione indiretta, quali questionari *parent-report* o interviste sul comportamento del bambino (Passarello et al., 2022).

Come si è precedentemente discusso, è importante che per una valutazione completa e meticolosa dei profili di elaborazione sensoriale, siano considerate congiuntamente le misure di più strumenti di osservazione oltre che tipologie di strumenti che utilizzano approcci differenti, quali sono l'osservazione clinica diretta e il *report* indiretto del *caregiver*.

In aggiunta, ricerche recenti sottolineano l'importanza di esplorare nel dettaglio il campo dell'elaborazione sensoriale nello sviluppo, poichè quest'ultimo è stato identificato come un ambito in cui varie condizioni del neurosviluppo sembrano manifestare schemi atipici e problematiche varie. Pertanto, risulta utile approfondire la ricerca coi bambini senza nessuna diagnosi al fine di una maggiore comprensione del costruito e di conseguenza, di una precoce ed efficiente individuazione di caratteristiche sensoriali peculiari (Mulligan et al., 2019; Purpura et al., 2022).

Alla luce di quanto esposto, il presente studio si è prefigurato di analizzare in maniera descrittiva i profili di elaborazione sensoriale, attraverso l'utilizzo di strumenti di osservazione sia diretta, ovvero il SAND (Siper & Tavassoli, 2021), che indiretta, ossia il SP-2 (Dunn, 2020), in bambini di età compresa tra i 2.5 e i 5.11 anni.

Ulteriore scopo è stato quello di analizzare le eventuali associazioni presenti tra i profili di elaborazione sensoriale mostrati da bambini senza nessuna diagnosi pregressa, e le misure di sviluppo globale e di adattamento.

I risultati emersi saranno discussi nei paragrafi che seguono. Verranno prima descritti i dati emersi dalle statistiche descrittive e successivamente si discuteranno le analisi di correlazione condotte tra gli strumenti che indagano i profili di elaborazione sensoriale e tra questi e le misure di funzionamento cognitivo globale e di adattamento.

3.5.1 Discussione delle statistiche descrittive

In relazione ai profili sensoriali risultati dalla somministrazione dello strumento di valutazione diretta SAND (Siper & Tavassoli, 2021) è emerso che i bambini sembrano

riportare una predilezione o una maggior sensibilità per la modalità sensoriale tattile rispetto alle altre modalità indagate. Inoltre, si riscontra un marcato comportamento di ricerca sensoriale (*seeking*) più che di iporeattività o iperreattività. Questo dato è in linea con quanto presente in letteratura: il *seeking* non associato a difficoltà di processazione sensoriale è un tipico comportamento dell'individuo nei primi anni dello sviluppo e rappresenta un modo per il bambino di esplorare, apprendere e adattarsi al proprio ambiente (Dunn, 1997). Toccare, annusare, ascoltare, guardare e muoversi, sono tutti modi con cui i bambini raccolgono informazioni, comprendono le proprietà degli oggetti e sviluppano abilità motorie e cognitive (Ayres, 1979; Dunn, 1997).

Per quanto concerne i profili sensoriali risultati dalla valutazione tramite il questionario *parent-report* SP-2 (Dunn, 2020), il gruppo ha mostrato punteggi medi lievemente più alti in relazione alla processazione sensoriale Uditiva e Orale, e in relazione alle risposte comportamentali associate, ha mostrato punteggi maggiori circa le Risposte Socio-Emotive le quali potrebbero rispecchiare anche aspetti temperamentali individuali (Mulligan, Douglas & Armstrong, 2021).

Per entrambi gli strumenti indaganti il costrutto dell'elaborazione sensoriale si riscontra una grande variabilità interna al gruppo il che riflette un'ampia variabilità interindividuale, la quale può essere dettata da numerose variabili, tra le quali sicuramente l'età cronologica precisa e il genere del bambino, gli aspetti internalizzanti/esternalizzanti, non considerati in questo studio. Perciò si comprende a pieno come la multicomponenzialità del costrutto così come la sua facile influenzabilità da altre variabili, riconducano a differenze individuali anche molto marcate. Diversi studi in letteratura sottolineano che, anche tra bambini con sviluppo tipico, la processazione sensoriale può variare significativamente; gli autori hanno osservato che i bambini mostrano delle preferenze sensoriali e in funzione di queste ricercano solo determinate sensazioni e ne evitavano altre (Dunn & Westman, 1997). Altri studi noti in letteratura, hanno dimostrato che bambini senza nessuna diagnosi, pur rientrando in un *range* di risposta sensoriale adeguato, mostrano preferenze o una maggior sensibilità in aree sensoriali caratteristiche di ogni bambino (Dunn, 1999, Tomchek & Dunn, 2007).

Per quanto riguarda le misure di quoziente di sviluppo e di adattamento indagate, il gruppo di bambini in esame ha mostrato performance che si collocano in norma. Anche in questo caso si sottolinea la grande variabilità presente all'interno del gruppo, la quale

rimanda perfettamente all'idea di sviluppo "non rigido" e non predeterminato ma come processo estremamente dinamico, individuale e flessibile (Karmiloff-Smith, 1994).

3.5.2 Discussione delle analisi di correlazione

L'analisi di correlazione condotta tra il SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e il SP-2 (Dunn, 2020) non ha rivelato, come inizialmente supposto, numerose associazioni significative. Ad ogni modo, ne sono emerse alcune di particolare rilievo. Si è evidenziata in primo luogo la presenza di una correlazione positiva tra le due misure di osservazione totale, e ancora, altre associazioni sono emerse tra quasi tutte le scale del questionario e la modalità uditiva misurata dal SAND. In aggiunta sono emerse altre relazioni positive statisticamente significative, in particolare tra: il pattern Sensibilità del *parent-report* e il dominio Iperreattività del SAND, tra la scala di processazione della posizione corporea e il dominio di ricerca sensoriale *Seeking*. Tali associazioni si riflettono poi a livello di osservazione totale: si sottolinea infatti la presenza di correlazioni positive statisticamente significative tra molteplici misure dell'SP-2 e il punteggio di osservazione totale del SAND.

Si crede importante sottolineare anche il risultato di relazioni apparentemente rilevanti tra alcune scale dei due strumenti di osservazione sensoriale, le quali, nonostante non raggiungano la significatività statistica, mettono in luce un'evidente tendenza di associazione positiva. Si fa riferimento alle associazioni tra il pattern Registrazione del *parent-report* e il dominio di Iperreattività della misura diretta della sensorialità, e a quest'ultima con le scale di processazione sensoriale del questionario sia Visiva che Uditiva. Allo stesso modo, anche se non presenta rilievo statistico, si vuole far notare anche l'associazione apparentemente diretta che vi è tra il pattern Sensibilità del SP-2 e il dominio *Seeking* del SAND.

Invece, non emerge nessuna associazione statisticamente rilevante tra i due strumenti solamente in riferimento alla scala Risposte Socio-Emotive. Questo dato però non appare inaspettato in quanto lo strumento di osservazione diretta SAND non presenta in modo specifico una scala che indaga i comportamenti socio-emozionali associati alla sensorialità.

In conclusione, è importante notare che sebbene i due strumenti in questione siano progettati per valutare lo stesso costrutto, ovvero la reattività sensoriale, per questa ricerca

sono stati utilizzati con approcci differenti: mentre il SP-2 ha fornito la misura di osservazione indiretta, l'uso del SAND ha permesso di ottenere la misura dell'osservazione diretta. Tali differenze sono coerenti con quanto evidenziato da studi precedenti in letteratura, in relazione ad altri costrutti psicologici in campioni in età di sviluppo, che evidenziano la presenza di significative discrepanze tra informazioni raccolte da informatori differenti (De Los Reyes & Kazdin, 2005).

Per quanto concerne le associazioni esistenti tra i profili di elaborazione sensoriale raccolti da SP-2, SAND e le misure di quoziente di sviluppo e di comportamento adattivo del campione in esame, sono emerse alcune associazioni significative degne di nota. È risultata, infatti, una correlazione negativa tra il dominio sensoriale di iperreattività del SAND e la scala B delle Griffiths-III relativa al linguaggio e alla comunicazione. Una maggior sintomatologia di iperreattività sembra essere associata a prestazioni più scarse, circa le abilità linguistiche e comunicative. Ciò è in linea con quanto ipotizzato. Inoltre, il dato risulta congruo a quanto si evince dalla letteratura; Pattern di processazione atipica, tra i quali l'iperreattività, influenzano diversi domini dello sviluppo, tra cui quello linguistico-comunicativo (Dunn, 1997; Galiana Simal et al., 2020). Nonostante, quindi, non si parli in questo studio di un campione clinico, il dato emerso sostiene comunque tale posizione, e invita a porre attenzione all'individuazione precoce di peculiarità sensoriali nei bambini a rischio di DNS, dato che tali difficoltà possono essere considerate un fenomeno transdiagnostico (Purpura et al., 2022).

Inoltre, è risultata una relazione positiva tra la scala D personale sociale ed emotiva delle Griffiths-III e il dominio *Seeking* del SAND. Questo dato riflette le precedenti osservazioni degli studi sull'elaborazione sensoriale condotti da Dunn (Dunn, 1997), il quale aveva dimostrato che il pattern di *seeking* era generalmente meno invasivo rispetto all'iperreattività e all'iporeattività. Infatti, descriveva i bambini contraddistinti da un pattern di ricerca sensoriale come tendenti ad essere più proattivi nella ricerca di stimoli; questo comportamento può essere considerato più flessibile e adattivo, specialmente in contesti sociali e di apprendimento (Dunn, 1997; Dunn, 2014).

In merito alle correlazioni esistenti tra profilo sensoriale ottenuto dal SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e il funzionamento adattivo dei bambini è emersa un'unica correlazione positiva: tra la modalità Tattile del SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e la scala Comunicazione delle VABS-II (Balboni et al., 2016). Questo risultato, unito ai

precedenti in cui si è osservato un elevato comportamento di ricerca sensoriale sul versante tattile nei bambini ND, potrebbe essere letto come l'indice di un adeguato sviluppo delle abilità di adattamento del bambino, con particolare riferimento alle capacità linguistiche. La ricerca nel campo della psicologia dello sviluppo sottolinea marcatamente il legame che intercorre tra l'esplorazione sensoriale dell'infante e lo sviluppo delle abilità comunicative (Cascio, Moore & McGolen, 2019; Oudgenoeg et al., 2016). In particolare, in relazione alla modalità tattile, viene evidenziato che, essendo la prima modalità sensoriale a svilupparsi nel bambino, questa gioca un ruolo di rilievo nello sviluppo delle abilità socio-comunicative; il tatto infatti è un mezzo essenziale per la comunicazione non-verbale dei bambini (Cascio, Moore & McGolen, 2019). In aggiunta, diversi studi che esplorano le difficoltà di processazione sensoriale, incluse la iperreattività e l'iporeattività tattile, riportano come pattern di risposta atipici influenzano la capacità dei bambini di interagire e comunicare (Ben-Season et al., 2009).

Lo studio di correlazione ha rivelato associazioni negative tra la modalità uditiva del SAND e le scale di adattamento Comunicazione, Abilità del vivere quotidiano e Socializzazione; tale relazione si manifesta anche a livello di Scala Composta. I risultati sono supportati dagli studi in letteratura, i quali, considerando bambini con difficoltà di elaborazione sensoriale, dimostrano come coloro che presentano difficoltà nella processazione uditiva, possono manifestare problematiche a livello di adattamento, nelle situazioni quotidiane e sociali (Miller et al., 2007).

L'analisi di correlazione tra i profili di elaborazione sensoriale ottenuti tramite SP-2 (Dunn, 2020) e le scale di funzionamento globale del bambino hanno evidenziato un'unica associazione negativa statisticamente significativa; si è osservata una correlazione negativa tra la scala B delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019) e la scala di processazione sensoriale Uditiva del SP-2 (Dunn, 2020); sembrerebbe esserci un'associazione negativa tra le capacità linguistiche e le atipie di processazione uditiva: bambini con minor capacità linguistiche presenterebbero una sensibilità peculiare per i suoni, in termini di reazioni intense, basse soglie di sopportazione, facile distraibilità, godimento per rumori inusuali (Dunn, 2020).

Diversamente le correlazioni con i profili di comportamento adattivo misurati attraverso le VABS-II (Balboni et al., 2016), hanno riportato molteplici associazioni negative di rilievo. In primo luogo, va sottolineato che, coerentemente, strumenti *parent-*

report come SP-2 (Dunn, 2020) e VABS-II (Balboni et al., 2016), mostrano un maggior grado di associazione rispetto a quando si osservano le relazioni tra le misure ottenute da strumenti osservativi che utilizzano metodi di osservazione differenti.

Nel dettaglio, le analisi hanno evidenziato due correlazioni negative: tra il pattern Sensibilità e la scala Comunicazione e tra la processazione Uditiva e la medesima scala del profilo di adattamento. Inoltre, a supporto di quanto ipotizzato inizialmente, si sono osservate più correlazioni negative tra talune scale del SP-2 (Dunn, 2020) e le Abilità del vivere quotidiano delle VABS-II (Balboni et al., 2016).

Dunque, considerando complessivamente i due strumenti indicativi degli aspetti sensoriali del bambino in relazione ai profili di adattamento, possiamo affermare che, come si evince dalla letteratura, la processazione sensoriale si associa negativamente alle abilità di comportamento adattivo dell'individuo. La maggior reattività per alcune modalità sensoriali e le risposte comportamentali associate alla processazione delle stesse, sembra associarsi negativamente con l'adattamento del bambino.

3.6 Limiti e prospettive future

La presente ricerca ha rivelato interessanti risultati in relazione al ruolo che la processazione sensoriale gioca nel profilo di sviluppo e nel comportamento adattivo del bambino; tuttavia, è necessario evidenziare alcuni limiti riscontrati.

Lo studio ha selezionato un gruppo di 44 partecipanti della fascia d'età prescolare, non considerando nelle analisi né il genere né la specifica età cronologica dei bambini, variabili che in un periodo dello sviluppo per antonomasia individuale e veloce, possono portare a comportamenti di risposta distinti. Ciò porta a considerare un altro limite intrinseco allo studio: la grande variabilità rilevata. Probabilmente per l'analisi di un costrutto così complesso e connesso ad altre variabili è necessario selezionare un campione molto numeroso. A questo proposito un risvolto per la ricerca futura potrebbe riguardare la replicabilità dello studio, con un campione di bambini più ampio che consideri anche altre variabili in associazione, quali il genere, l'età cronologica specifica, e in aggiunta le caratteristiche internalizzanti/esternalizzanti del bambino. Inoltre, sarebbe interessante approfondire se i pattern sensoriali riscontrati dal presente studio siano presenti anche in una popolazione di bambini con sviluppo atipico e se, e come, le

caratteristiche sensoriali di quest'ultimi si differenzino da quelli senza alcuna diagnosi e impattino sul profilo di sviluppo e di adattamento.

Alla luce di quanto detto, ci si auspica che la ricerca sugli aspetti di processazione sensoriale anche nello sviluppo tipico venga approfondita, in particolare attraverso lavori che utilizzino strumenti psicometricamente validi di valutazione diretta e indiretta in modo complementare.

Considerando il limitato numero di strumenti di valutazione del campo presenti in letteratura, un importante passo successivo per la ricerca futura è sicuramente lo sviluppo di strumenti basati sull'osservazione clinica che includano prove che valutino le varie modalità, domini e pattern sensoriali caratterizzanti il costrutto.

CAPITOLO 4

Studio 2

Difficoltà di elaborazione sensoriale sono state riscontrate precedentemente con una notevole incidenza nei bambini con ASD, tuttavia, una sempre più considerevole mole di studi riporta come difficoltà a livello sensoriale siano presenti anche in una vasta gamma di disturbi psicologici e psichiatrici, non limitandosi a una sola diagnosi (Galiana-Simal et al., 2020).

Disturbi del neurosviluppo come l'ADHD, il Disturbo Oppositivo Provocatorio, il Disturbo della Coordinazione, il Disturbo del Linguaggio (DL), i Disturbi Specifici dell'Apprendimento e molti altri, mostrano spesso alterazioni nell'elaborazione sensoriale (Purpura et al., 2022), le quali possono manifestarsi a livello di una o più modalità sensoriali (vista, udito, tatto, propriocezione, sistema vestibolare, ecc...), con diverse tipologie di risposta (iporesponsività, iperresponsività, ricerca sensoriale) e con differenti livelli di gravità.

Comprendere l'elaborazione sensoriale come un aspetto transdiagnostico è importante in quanto permette di sviluppare strategie di intervento più efficaci e personalizzate che tengano conto delle specifiche esigenze sensoriali di ogni individuo, indipendentemente dalla diagnosi formale (Purpura et al., 2022), oltre al fatto che favoriscono la comprensione sempre più accurata del disturbo della processazione sensoriale e delle sue influenze sul funzionamento dell'individuo.

Il presente studio si prefigge dunque di fornire un contributo alla ricerca relativa all'elaborazione sensoriale come costruito transdiagnostico, prendendo in considerazione un disturbo del neurosviluppo caratterizzato dalla notevole prevalenza nella popolazione infantile, ovvero il DL.

In particolare, saranno confrontati i profili di elaborazione sensoriale di bambini in età prescolare con ritardo del linguaggio (RL) o DL confrontati con bambini a sviluppo tipico (ND). Verranno inoltre considerate le associazioni tra la sensorialità, il funzionamento generale di sviluppo e di adattamento dei due gruppi.

4.1 Obiettivi e ipotesi

L'obiettivo del presente studio è stato quello di indagare i pattern di elaborazione sensoriale in un campione di bambini con difficoltà linguistiche e in particolar modo con una diagnosi pregressa di RL o DL, confrontati con bambini senza nessuna diagnosi (ND), dunque a sviluppo tipico.

La ricerca si prefigge specificatamente di analizzare, in maniera descrittiva, i profili di elaborazione sensoriale dei due gruppi, esplorando la presenza di eventuali somiglianze e differenze. In aggiunta, verranno prese in considerazione anche altre variabili significative per una comprensione del livello di sviluppo del bambino, ovvero il livello di funzionamento globale e il funzionamento adattivo.

Verranno esaminate le possibili associazioni di tali variabili con i profili di elaborazione sensoriale.

Alla luce di alcune evidenze in letteratura che sottolineano la presenza di anomalie sensoriali in bambini con DL, inquadrandole come possibili pattern transdiagnostici nei disturbi del neurosviluppo (Delgado-Lobete et al., 2020; Galiana-Simal et al., 2020; Lazerwitz et al., 2022), si suppone che il gruppo di bambini con DL, presenti un profilo sensoriale maggiormente alterato rispetto al gruppo con sviluppo tipico (ND).

Inoltre, in accordo a ciò che hanno dimostrato i recenti studi sull'elaborazione sensoriale (Dellapiazza et al., 2019; Galiana-Simal et al., 2020), si ipotizza che i bambini con il disordine del neurosviluppo, e in particolare con DL, presentino non solo pattern sensoriali distintivi ma che questi abbiano un impatto sulle loro capacità comunicative e in generale sul loro funzionamento quotidiano (Dellapiazza et al., 2019; Simpson et al., 2022), rispetto ai bambini a sviluppo tipico.

Pertanto, ci aspetteremo un andamento generale differente sia in termini di pattern sensoriali che in termini di quoziente di sviluppo e livello di adattamento, tra il gruppo di bambini con DL e i bambini senza diagnosi (ND) (Dellapiazza et al., 2019; Galiana-Simal et al., 2020; Simpson et al., 2022).

4.2 Partecipanti

Hanno preso parte alla presente ricerca 28 partecipanti di età compresa tra i 2,5 e i 5,11 anni reclutati presso una Scuola dell'Infanzia di Padova e grazie a una collaborazione con la UOC di Neuropsichiatria Infantile dell'Ospedale di Padova.

Il campione è composto da 18 bambini senza diagnosi (ND) e 10 che presentano una diagnosi pregressa di Ritardo o Disturbo del Linguaggio (DL). Nella *Tabella 4.1* vengono riportate le statistiche descrittive relative all'età in mesi per i due gruppi considerati.

	<i>N</i>	<i>Metà (mesi)</i>	<i>DSetà</i>
<i>DL</i>	10	48.20	11.24
<i>ND</i>	18	49.00	9.68

Tabella 4.1 *Statistiche descrittive relative all'età in mesi*

4.3 Metodo

Il presente studio, come quello precedentemente illustrato prevede un disegno sperimentale che si è articolato in due fasi, una di valutazione diretta del bambino tramite scale di valutazione del profilo di elaborazione sensoriale, dei livelli di sviluppo e una parallela coinvolgente i genitori, i quali hanno compilato un questionario relativo alla processazione sensoriale del loro figlio e risposto ad un'intervista telefonica focalizzata sull'indagine del funzionamento adattivo del bambino.

Le modalità di svolgimento della ricerca sono le medesime dello Studio 1, pertanto si rimanda al Paragrafo 3.3 per una trattazione dettagliata.

4.3.1 Strumenti

Gli strumenti utilizzati per lo Studio 2 sono i medesimi di quelli utilizzati nello Studio 1. La *Tabella 4.2* sintetizza tutti i materiali impiegati. Si rimanda al Paragrafo 3.3.1 per una descrizione dettagliata.

Strumenti di valutazione Studio 1 e Studio 2	
Batterie di valutazione diretta del bambino	Strumenti di valutazione <i>parent-report</i>
<p style="text-align: center;">Prove di screening</p> <ul style="list-style-type: none"> • Subtest Vocabolario Recettivo (VR) e Ricostruzione di Oggetti (RO), tratti dalla scala WPPSI-III (Wechsler, 2008) <p style="text-align: center;">Prove sperimentali</p> <ul style="list-style-type: none"> • SAND (Siper & Tavassoli, 2021) • GRIFFITHS-III (Griffiths & ARICD, 2017; adattamento italiano Lanfranchi et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> • SP-2 (Dunn, 2020) • VABS-II (Sparrow et al., 2016; adattamento italiano Balboni et al., 2016)

Tabella 4.2 Sintesi degli strumenti utilizzati negli Studio 1 e 2.

4.3.2 Procedura

Il presente studio fa parte di un progetto più ampio che si propone di analizzare i profili di processazione sensoriale in bambini della fascia di età 2.5 – 5.11 anni con differenti disturbi del neurosviluppo confrontandoli tra di loro e con bambini ND, utilizzando misure di osservazione diretta e indiretta, al fine di evidenziare somiglianze e differenze tra questi gruppi e analizzando le eventuali associazioni con sintomi internalizzanti ed esternalizzanti, funzioni cognitive e abilità sociali/adattive.

Lo studio in questione si prefigura di confrontare i profili di processazione sensoriale di bambini in età prescolare con DL e ND e di analizzare le associazioni presenti con i livelli di sviluppo globale e il comportamento adattivo.

La raccolta dati si è svolta durante l'anno accademico 2023/2024 concludendosi nel mese di Giugno 2024.

Tutte le famiglie partecipanti hanno firmato un modulo di consenso informato. A tutti i partecipanti è successivamente stato assegnato un codice alfanumerico. La somministrazione delle prove di ricerca ha previsto la valutazione del bambino tramite l'utilizzo di 3 strumenti; sono stati somministrati i subtest di Vocabolario Recettivo e Ricostruzione di oggetti della scala WPPSI-III (Wechsler, 2008). Successivamente sono state somministrate la scala SAND (Siper & Tavassoli, 2021) e le scale di sviluppo Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019). Per ogni bambino del gruppo ND la valutazione complessiva ha richiesto in media 3 incontri di circa 1 ora, considerando l'età, le

caratteristiche comportamentali e l'affaticamento del bambino, mentre nel caso dei bambini del gruppo DL la somministrazione ha richiesto 2 incontri della durata di 1.5 ore ciascuno circa.

Ai genitori è stata invece richiesta la compilazione del questionario Sensory Profile-2 (Dunn, 2020) e la partecipazione all'intervista semistruutturata Vineland-II (Sparrow et al., 2016, adattamento italiano Balboni et al., 2016) avvenuta in sede di valutazione del bambino presso la UOC Neuropsichiatria infantile di Padova per i bambini con DL e telefonicamente per i bambini ND.

4.4 Risultati

Le analisi dei dati raccolti sono state condotte utilizzando il pacchetto statistico SPSS. Si sono effettuate le statistiche descrittive delle misure raccolte da ogni strumento relativamente a entrambi i gruppi presi in esame, al fine di osservare ipotetiche somiglianze e differenze. Si precisa che le analisi svolte sono esclusivamente di tipo descrittivo in quanto i campioni considerati dal presente studio erano costituiti da un numero limitato di partecipanti.

4.4.1 Statistiche descrittive

4.4.1.1 Prove di screening

In merito alle prove di screening somministrate Vocabolario Recettivo (VR) e Ricostruzione di Oggetti (RO) (WPPSI-III, Wechsler, 2008). Nella prova di tipo nonverbale, si rivelano punteggi simili per entrambi i gruppi, che si collocano entro il *range* di norma rispetto alle tabelle di riferimento dello strumento (Norme punteggi ponderati WPPSI-III (Wechsler, 2008): $M=10$, $DS=3$). Per la prova VR, che invece afferisce al dominio verbale, si evidenziano comunque punteggi medi lievemente più elevati in entrambe le prove per il gruppo ND rispetto al gruppo DL.

In aggiunta, si sottolinea come, mentre per il gruppo ND le prestazioni alle due prove seguono un andamento molto simile, il gruppo DL mostra punteggi alla prova RO, indicativa del funzionamento non verbale, più alti rispetto alla prova VR rappresentativa invece del funzionamento verbale del bambino, anche se solo nel versante recettivo. Nella *Tabella 4.3* vengono riportate le statistiche descrittive relative alle prove di screening somministrate ad entrambi i gruppi presi in esame.

WPPSI-III								
	ND				DL			
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
VR	12.11	2.45	6	15	7.75	3.69	2	12
RO	12.33	2.85	7	19	10.50	2.56	6	13

Tabella 4.3 Statistiche descrittive per le prove di screening

4.4.1.2 SAND

I profili sensoriali dei bambini indagati tramite il SAND (Siper & Tavassoli, 2021) hanno rilevato alcuni punteggi medi che sembrano differire tra i due gruppi considerati. La *Tabella 4.3* illustra le statistiche descrittive calcolate per modalità, dominio e osservazione totale del SAND di entrambi i gruppi.

In generale si evidenzia un punteggio medio di osservazione totale per il gruppo DL maggiore rispetto al gruppo ND, e caratterizzato anche da una maggior variabilità intragruppo (ND: $M=12.61$, $DS=3.62$; DL: $M=16.40$, $DS=5.84$).

Interessanti differenze nei punteggi medi si osservano a livello della modalità tattile, per la quale i due gruppi mostrano medie che si differenziano notevolmente, con punteggi maggiori mostrati dal gruppo DL.

Anche in relazione al dominio sensoriale di ricerca, *Seeking*, si osservano punteggi medi del gruppo dei bambini con DL maggiori rispetto al gruppo ND, i quali, anche in questo caso si discostano in modo considerevole.

Punteggi medi simili si rilevano in relazione alle altre modalità e domini sensoriali.

SAND								
	ND				DL			
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Visiva	3.50	1.76	0	8	4.80	2.15	3	9
Tattile	4.72	1.74	2	8	7.50	2.88	2	12
Uditiva	4.39	2.33	0	10	4.10	2.47	0	7
Iperreattività	2.50	1.86	0	5	3.40	2.27	0	7
Iporeattività	2.94	2.75	0	9	2.80	2.04	0	7
Seeking	7.17	3.63	0	13	10.20	2.82	7	14
Totale	12.61	3.62	4	19	16.40	5.84	10	25

Tabella 4.4 Statistiche descrittive relative al SAND (Siper & Tavassoli, 2021) per i due gruppi considerati

4.4.1.3 SP-2

I profili sensoriali dei bambini sono stati indagati anche tramite lo strumento *parent-report* SP-2 (Dunn, 2020). Nella *Tabella 4.5* si possono consultare le statistiche descrittive per ogni scala del questionario.

In generale il gruppo DL mostra punteggi medi apparentemente più alti in relazione al gruppo ND, in merito al punteggio totale, al pattern sensoriale Evitamento e in relazione alle Risposte Socio-Emotive associate alla processazione sensoriale.

Per quanto concerne la variabilità osservata, si sottolinea che questa è molto ampia in tutte le scale esaminate e per entrambi i gruppi, ma in particolar modo ciò è evidente per il gruppo ND ($5.45 < DS < 65.21$).

SP-2								
	ND				DL			
	M	DS	Min	Max	M	DS	Min	Max
Evitamento	35.44	9.71	25	67	45.11	16.13	24	64
Registrazione	35.61	21.57	22	118	39.56	12.20	25	54
Ricerca	38.11	16.20	23	93	37.89	13.51	21	57
Sensibilità	33.94	15.84	21	88	35.11	1.20	21	50
Uditiva	16.78	5.45	10	30	16.33	6.18	8	24
Visiva	15.39	7.01	8	39	13.89	3.37	8	18
Tattile	17.00	8.36	12	49	17.67	5.94	12	27
Movimento	16.06	7.80	11	44	17.22	4.32	11	23
Posizione corporea	12.06	8.45	8	44	14.44	5.81	9	25
Orale	17.56	9.47	11	47	17.33	5.27	10	25
Condotta	15.67	7.53	10	40	18.44	8.05	9	34
Risposte Socio-Emotive	24.89	7.58	16	50	33.11	13.40	14	50
Risposte Attentive	19.50	12.73	11	66	2.78	7.98	11	37
Totale	154.89	65.21	107	399	169.22	49.68	105	227

Tabella 4.5 Statistiche descrittive relative al SP-2 (Dunn, 2020)

4.4.1.4 Griffiths-III

In merito al profilo di sviluppo del bambino indagato tramite le scale Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019), in generale si evidenziano punteggi di quoziente di sviluppo medi del gruppo DL inferiori rispetto al gruppo senza diagnosi in tutte le scale; ciò si riflette sul quoziente di sviluppo totale (ND: $M=110.17$, $DS=13.22$; DL: $M=82.30$, $DS=18.86$). Alla *Tabella 4.6* vengono riportate le statistiche descrittive di tutte le scale di sviluppo delle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019).

Nel dettaglio, si osservano punteggi in norma per il gruppo ND in tutte le scale di sviluppo esaminate. Relativamente ai bambini con DL invece si evidenziano punteggi nel range di norma alla scala C, rappresentativa delle abilità di coordinazione oculo-manuale

del bambino. In aggiunta, in fascia medio-bassa si collocano i punteggi in tutte le altre scale, ad eccezione della scala relativa al linguaggio e alla comunicazione, che si colloca sotto la media (DL: $M=70.50$, $DS=33.21$).

Anche relativamente ai risultati raccolti da questo strumento, si osserva un'alta variabilità per entrambi i gruppi e per tutte le scale di sviluppo.

GRIFFITHS-III									
	ND				DL				
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	
Scala A	113.39	17.74	74	137	89.70	18.72	61	122	
Scala B	106.72	16.10	58	132	70.50	33.21	20	127	
Scala C	113.89	14.90	92	143	97.50	2.36	67	124	
Scala D	107.67	9.60	82	121	85.80	2.89	39	115	
Scala E	101.06	2.73	50	127	88.40	11.35	63	101	
QS Totale	110.17	13.22	81	130	82.30	18.86	54	112	

Tabella 4.6 Statistiche descrittive relative alle Griffiths-III (Lanfranchi et al., 2019)

4.4.1.5 VABS-II

Alla *Tabella 4.7* vengono illustrate le statistiche descrittive relative ai profili di adattamento dei gruppi di bambini considerati misurate tramite l'intervista VABS-II (Balboni et al., 2016).

Relativamente ai punteggi circa il comportamento adattivo del bambino si osservano punteggi medi sia totali che di scala maggiori per il gruppo senza diagnosi rispetto al gruppo con diagnosi di DL.

In particolare, si evidenziano punteggi in norma, rispetto alle tabelle normative dello strumento, per il gruppo ND e per quasi tutte le scale anche per il gruppo DL, anche se quest'ultimo mostra punteggi che si collocano nella fascia di sinistra della popolazione media, verso il versante basso, soprattutto in merito alla scala Comunicazione ($M= 84.67$, $DS=8.31$).

Inoltre, il gruppo DL rivela punteggi più bassi, e sotto una deviazione standard dalla media, in relazione alla classificazione dello strumento, circa la scala Abilità Motorie ($M= 82.33$, $DS=13.99$).

VABS-II								
	ND				DL			
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Comunicazione	96.78	11.05	78	118	84.67	8.31	73	99
Abilità del vivere quotidiano	104.67	14.28	80	124	93.89	6.94	84	108
Socializzazione	108.39	8.00	93	118	94.44	13.67	72	114
Abilità Motorie	94.00	11.98	66	107	82.33	13.99	55	105
Scala composta	107.72	11.10	84	117	92.22	12.25	74	114

Tabella 4.7 Statistiche descrittive relative alle VABS-II (Balboni et al., 2016)

4.4.2 Discussione dei risultati

Il presente studio si è proposto di analizzare i profili di elaborazione sensoriale di 10 bambini prescolari con DL, confrontati con 18 bambini senza nessuna diagnosi della stessa età, esplorando la presenza di eventuali somiglianze e differenze tra i pattern. In associazione si sono considerate misure relative al livello di funzionamento globale del bambino, e del suo funzionamento adattivo. Nei paragrafi che seguono verranno discusse primariamente le prove di screening somministrate e successivamente le prove sperimentali.

Si premette che la discussione si basa su risultati analizzati da un punto di vista descrittivo, dato l'esiguo numero di partecipanti dello studio.

4.4.2.1 Discussione delle prove di screening

Le prove di screening hanno rivelato punteggi in norma per entrambi i gruppi per la misura di intelligenza nonverbale (RO) tratta dalla WPSSI-III (Wechsler, 2008). Mentre, il gruppo con diagnosi di DL ha mostrato punteggi medi inferiori in relazione alla prova

verbale di intelligenza (VR). Il subtest in questione è stato utilizzato come misura del funzionamento verbale del bambino; in questo senso è coerente che la prestazione risultante sia inferiore rispetto alla misura del funzionamento non verbale. Tuttavia, il test è rappresentativo solo del versante recettivo del linguaggio, e questo può spiegare il motivo per cui anche il gruppo con diagnosi di DL rivela punteggi medi che rientrano nei limiti inferiori della norma.

4.4.2.2 Discussione delle prove sperimentali

L'analisi delle statistiche descrittive condotte sulle prove sperimentali volte ad indagare i profili di elaborazione sensoriale, i livelli di sviluppo e quelli del comportamento adattivo dei bambini, utilizzando materiali sia di valutazione diretta che indiretta hanno rivelato apparenti interessanti differenze tra i gruppi confrontati.

L'analisi dei risultati emersi dal SAND (Siper & Tavassoli, 2021) circa la reattività sensoriale ha mostrato punteggi complessivi dei bambini con DL distintamente superiori rispetto al gruppo ND, come ipotizzato (Simpson et al., 2022).

Nello specifico, si sono rivelati punteggi più alti, che si discostano dal gruppo senza diagnosi, in relazione alla modalità Tattile e al dominio di ricerca sensoriale (*Seeking*). Non emergono differenze apparentemente significative tra i gruppi in relazione alle altre modalità sensoriale non menzionate e ai domini di Iporeattività e Iperreattività.

L'analisi dei profili sensoriali ottenuti attraverso il SP-2 (Dunn, 2020) ha evidenziato pattern differenti rispetto al precedente strumento. A differenza del SAND il questionario *parent-report* ha rivelato che il gruppo con DL presenta punteggi marcatamente maggiori rispetto al gruppo ND limitatamente al pattern Evitamento e alle Risposte Socio-Emotive associate alla processazione sensoriale. Questo dato appare molto interessante in quanto è dimostrato in letteratura che difficoltà di elaborazione sensoriale, incluse quelle di evitamento, possono influenzare lo sviluppo del bambino, comprese le sue abilità comunicative (Dunn, 1997). Un pattern di Evitamento in bambini con DL potrebbe significare un maggior sovraccarico sensoriale sperimentato in determinate situazioni, come in ambienti rumorosi o affollati, il quale potrebbe rendere difficile la concentrazione e la partecipazione alle attività comunicative, limitando così le opportunità di pratica e sviluppo delle abilità linguistiche (Ben-Sasson et al, 2009); Potrebbe rappresentare il sintomo di un quadro clinico più ampio, in cui problemi

linguistici e sensoriali sono una condizione sottostante comune (Ashburner, Ziviani & Rodger, 2008). O ancora, potrebbe essere la conseguenza di uno stato d'ansia provocato dalle fragilità linguistiche vissute nelle situazioni sociali (St Clair et al., 2011).

Quest'ultima ipotesi potrebbe ben spiegare anche l'elevato punteggio ottenuto nella scala Risposte socio-emotive dell'SP-2 (Dunn, 2020) dal gruppo con DL. È infatti ampiamente dimostrato in letteratura che bambini con difficoltà linguistiche, di conseguenza alle loro fragilità comunicative nei contesti sociali, provino ansia sociale, solitudine fino alla depressione, scarsa autostima e frustrazione, che in alcuni casi può perfino manifestarsi in comportamenti aggressivi o di ritiro sociale (Clegg et al, 2005; Lindsay et al., 2007).

In riferimento alle statistiche descrittive condotte sui risultati emersi dall'indagine del funzionamento globale del bambino e del suo livello di adattamento, le analisi hanno evidenziato profili coerenti con i gruppi considerati e con le ipotesi dello studio.

Il campione tipico ha dimostrato livelli di sviluppo generale in norma sia complessivamente che in relazione ai singoli domini esaminati; lo stesso risultato è emerso anche in merito all'esplorazione del comportamento adattativo del bambino.

Invece per quanto concerne il gruppo con DL sono emersi punteggi in media per la scala di coordinazione oculo-manuale e medio-bassi per le altre scale esplorate, ad eccezione della scala Linguaggio e Comunicazione, che ha evidenziato una specifica caduta. Specificatamente, in relazione alla scala B: linguaggio e comunicazione, il gruppo con DL ha rivelato un punteggio decisamente inferiore rispetto al gruppo ND e marcatamente sotto la media della popolazione generale. Ciò è in linea con la diagnosi e avvalorata la validità della selezione del nostro campione.

Il profilo di adattamento del gruppo con DL misurato tramite le VABS-II (Balboni et al., 2016), riflette ancora una volta la differenza tra gruppi vista precedentemente. In generale il gruppo DL presenta un punteggio medio in norma anche se inferiore rispetto al gruppo ND. I punteggi medi dei due gruppi si differenziano in tutte le scale, a vantaggio del gruppo ND, con particolare riferimento alle scale Comunicazione e Abilità Motorie, in cui i bambini con diagnosi presentano punteggi ai limiti della norma o lievemente inferiori.

Per concludere, nonostante i gruppi considerati dal presente studio non siano costituiti da un numero cospicuo di partecipanti, queste analisi preliminari e descrittive

sembrano sostenere le ipotesi della ricerca per cui il gruppo di bambini con diagnosi di DNS e in particolare con DL presenti un profilo sensoriale maggiormente alterato rispetto al gruppo con sviluppo tipico (Galiana Simal et al., 2020).

Inoltre, i livelli di funzionamento generale e di adattamento dei bambini con DL, risultati decisamente inferiori al confronto con gli ND non solo in relazione al dominio specifico in cui si manifesta il disturbo, ovvero il linguaggio e la comunicazione, ma anche in riferimento ad altri domini dello sviluppo, trovano conferma nelle note teorie della celebre professoressa Karmiloff-Smith (Karmiloff-Smith, 2009). Ella propone che i bambini affetti da un DNS non mostrino semplicemente una compromissione isolata in un'area specifica (come il linguaggio), ma presentino una serie di difficoltà che possono influenzare una gamma più ampia di abilità cognitive.

Questa visione sfida l'idea che lo sviluppo cognitivo sia suddiviso in compartimenti stagni e suggerisce invece che le funzioni cognitive siano altamente interconnesse e interdipendenti. Tale interconnessione significa che il disturbo del neurosviluppo non può essere compreso pienamente analizzando solo l'area specifica interessata, ma richiede un approccio globale che consideri l'impatto complessivo sulle varie funzioni cognitive (Karmiloff-Smith, 1998).

Seguendo tale ragionamento e considerando che l'elaborazione sensoriale è considerata fondamentale per l'adeguato sviluppo cognitivo, motorio e sociale del bambino, risulta importante monitorare gli aspetti sensoriali particolari degli infanti, poiché potrebbero preludere a difficoltà sensoriali che con la maturazione diventano sempre più evidenti e/o gravi e/o essere il sintomo di un disturbo del neurosviluppo.

Attenzionare tali aspetti nel bambino, e in relazione ad altre variabili quali il livello intellettivo, l'adattamento, le caratteristiche del temperamento, è di estrema rilevanza poiché un precoce e individualizzato intervento può aiutarlo nello sviluppo delle sue abilità e limitare che le difficoltà sensoriali impattino in modo marcato sui vari domini dello sviluppo, inficiando a catena il funzionamento generale e la partecipazione alle attività di vita quotidiana.

4.5 Limiti e prospettive future

Con il presente studio si è cercato di fornire un contributo alla ricerca di settore in merito ai profili sensoriali manifestati da bambini prescolari con una diagnosi pregressa

di DL a confronto con bambini a sviluppo tipico, considerando nell'analisi anche variabili relative agli aspetti di funzionamento globale e di adattamento dell'individuo.

La ricerca ha presentato risultati in linea con le ipotesi iniziali fornendo interessanti spunti di riflessione per approfondimenti futuri. Nonostante ciò, è necessario evidenziare la presenza di alcuni limiti insiti al lavoro.

Innanzitutto, il primo fattore limitante è rappresentato dall'esiguo numero di partecipanti inclusi nel campione, in particolar modo quello clinico. Ciò non ha permesso di effettuare delle analisi statistiche più elaborate e di conseguenza ha impedito di trarre conclusioni maggiormente esplicative. Pertanto, sarebbe interessante e rilevante che le caratteristiche di sensorialità individuate in questo lavoro nei bambini con diagnosi di DL venissero esplorate approfonditamente, in una ricerca più ampia, con un campione clinico più numeroso in cui si conducono analisi statistiche di varianza, correlazionali e di regressione. Un altro limite dello studio relativo al campione selezionato è rappresentato dalla specificità della diagnosi. Il disturbo del linguaggio, infatti, è uno dei disturbi del neurosviluppo caratterizzati dalla maggior incidenza nel paese, ma spesso è compresente ad altri disordini o è secondario a quadri clinici più complessi. Nello studio in esame, i bambini selezionati avevano tutti una diagnosi pregressa di DL, tuttavia alcuni dimostravano anche caratteristiche di comportamento peculiari per cui non si esclude la possibile presenza di ulteriori diagnosi in comorbilità.

Un'altra limitazione è rappresentata dal fatto che non è stato considerato nelle analisi il genere dei bambini, variabile che avrebbe potuto delineare profili sensoriali peculiari e differenti di maschi e femmine.

A partire da queste considerazioni, ci si auspica che la ricerca sulle caratteristiche di processazione sensoriale dei bambini continui, possibilmente considerando un numero di partecipanti maggiore. Per il futuro, sarebbe interessante considerare l'analisi dei profili sensoriali di più gruppi costituiti da individui con differenti disturbi del neurosviluppo, oltre che indagare eventuali differenze di genere presenti nelle caratteristiche sensoriali dei bambini.

Altro aspetto meritevole di approfondimento è l'età dei partecipanti. Analisi specifiche per età potrebbero rivelare conclusioni intriganti, data la dinamicità, la flessibilità e la progressiva maturazione cerebrale, cognitiva e fisica che caratterizza lo sviluppo del bambino nei primissimi anni di vita.

CONCLUSIONI

La presenza di anomalie nell'elaborazione sensoriale riveste un ruolo cruciale nello sviluppo cognitivo, andando a influenzare domini base dello sviluppo come la l'attenzione, la memoria, il linguaggio, ma anche le capacità superiori come la flessibilità e il controllo cognitivo, l'interazione sociale e la regolazione emotiva (Camarata, Miller e Wallace, 2020; Galiana-Simal et al., 2020).

La letteratura, in aggiunta, ha evidenziato che questi deficit sono comunemente associati a diverse condizioni di neurodiversità (Purpura et al., 2022), dimostrando che non sono esclusivamente caratteristici del Disturbo dello Spettro Autistico, nonostante attualmente aspetti legati alle peculiarità sensoriali nei principali manuali diagnostici psichiatrici siano presenti solo nei criteri diagnostici del DMS-5-TR (APA, 2023) di questo disordine del neurosviluppo. Difficoltà di processazione sensoriale sono da considerarsi un vero e proprio fenomeno transdiagnostico associato ad una vasta gamma di condizioni (Purpura et al., 2022; Van Den Boogert et al., 2022).

Alla luce di questi assunti, appare cruciale migliorare la comprensione delle diverse manifestazioni cliniche di tali difficoltà oltre che individuare precocemente le anomalie sensoriali tra i bambini a rischio psicopatologico, al fine di orientare l'implementazione di interventi personalizzati che rispondano alle specifiche esigenze dei pazienti (Delgado-Lobete et al., 2020).

In tale cornice, il presente elaborato costituisce un tentativo di contributo alle conoscenze in merito al fenomeno della processazione sensoriale nei bambini in età prescolare a sviluppo tipico o con diagnosi di Disturbo del neurosviluppo quale è il Disturbo del linguaggio. Nello specifico sono stati condotti due Studi, le cui caratteristiche sono state illustrate nel dettaglio nel corso dei Capitoli 3 e 4.

I risultati delle analisi condotte nei due studi, hanno rivelato che bambini in età prescolare, mostrano pattern di elaborazione sensoriale molto differenti tra loro; i domini e le modalità sensoriali indagate nello Studio 1 hanno rivelato una grandissima variabilità interna al gruppo. Inoltre, le correlazioni tra gli strumenti indaganti la sensorialità del bambino hanno rivelato un indice di relazione che fa pensare che lo sguardo del *caregiver* e un'osservazione clinica strutturata sul comportamento sensoriale del bambino possano captare aspetti differenti e dunque rivelare caratteristiche di pattern sensoriali diverse. Pertanto, in ottica di una valutazione accurata e completa, appare sempre più importante

utilizzare un approccio *multi-informant*, attraverso l'utilizzo sia di misure di osservazione diretta, quale l'osservazione clinica, che indiretta come i *parent report*.

In aggiunta, coerentemente a quanto osservato fino ad ora in letteratura, anche il presente studio ha riportato delle relazioni significative tra pattern di elaborazione sensoriale e il funzionamento cognitivo e adattivo del bambino, confermando il notevole impatto che i fenomeni di processazione e integrazione sensoriale giocano nell'evoluzione dei vari domini di sviluppo.

In relazione al secondo studio (Studio 2), nonostante l'esigua numerosità del campione preso in esame, le analisi descrittive condotte fanno ipotizzare pattern di elaborazione sensoriale distintivi nei bambini con Disturbo del Linguaggio, i quali presentano profili differenti non solo a livello di sviluppo globale e di comportamento adattivo rispetto ai bambini a sviluppo tipico, ma anche relativamente ai pattern sensoriali. In linea ipotetica, ciò va a sostenere l'ipotesi di transdiagnosticità che contraddistingue il fenomeno della processazione sensoriale nei disturbi del neurosviluppo (Parpura et al., 2020).

Ancora una volta, viene quindi a ribadirsi l'aspetto cruciale dell'elaborazione sensoriale nello sviluppo generale del bambino. Una corretta integrazione sensoriale è essenziale per l'acquisizione delle abilità necessarie alla vita quotidiana. Identificare precocemente alterazioni sensoriali è fondamentale per promuovere interventi tempestivi e mirati capaci di supportare il bambino nel suo percorso di crescita e di mitigare eventuali difficoltà associate, così da permettere un'evoluzione più armoniosa delle competenze in tutti i domini dello sviluppo.

BIBLIOGRAFIA

Ahn, R. R., Miller, L. J., Milberger, S., & McIntosh, D. N. (2004). Prevalence of parents' perceptions of sensory processing disorders among kindergarten children. *American Journal of Occupational Therapy*, 58(3),

Alvarado JC, Stanford TR, Rowland BA, Vaughan JW, Stein BE. Multisensory integration in the superior colliculus requires synergy among corticocollicular inputs. *J Neurosci*. 2009; 29:6580– 6592.

American Psychiatric Association (APA) (2023). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth Edition Revised (DSM-V-TR)*. Washington: Author.

Andersen, R. A., & Buneo, C. A. (2002). Intentional maps in posterior parietal cortex. *Annual review of neuroscience*, 25(1), 189-220.

Angelaki, D. E., & Cullen, K. E. (2008). Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annu. Rev. Neurosci.*, 31(1), 125-150.

Aram, D. M., Morris, R., & Hall, N. E. (1993). Clinical and research congruence in identifying children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 36(3), 580-591.

Ashburner, J., Ziviani, J., & Rodger, S. (2008). Sensory processing and classroom emotional, behavioral, and educational outcomes in children with autism spectrum disorder. *The American Journal of Occupational Therapy*, 62(5), 564-573.

Atkinson, R. L., Hilgard, E. R., Nolen-Hoeksema, S., Cornoldi, C., & Mirandola, C. (2017). *Atkinson e Hilgard's Introduzione alla psicologia*. Piccin.

Ausderau, K., Sideris, J., Furlong, M., Little, L. M., Bulluck, J., & Baranek, G. T. (2014). National survey of sensory features in children with ASD: Factor structure of the sensory experience questionnaire (3.0). *Journal of autism and developmental disorders*, 44, 915-925.

Ayres, A. J. (1958). The visual-motor function. *Am. J. Occup. Ther.* 12, 130–138, 155.

Ayres, A. J. (1963). The development of perceptual-motor abilities: a theoretical basis for treatment of dysfunction. *Am. J. Occup. Ther.* 27, 221–225.

Ayres, A. J. (1972). Overview. In *Sensory Integration and Learning Disorders*, A. J. Ayres, ed. (Los Angeles, CA, Western Psychological Services), pp. 1–12.

Ayres, A. J. (1979). *Sensory Integration and the Child*. Los Angeles, CA, Western Psychological Services.

Ayres, A. J., Robbins, J., Muratori, F., & Campatelli, G. (2012). *Il bambino e l'integrazione sensoriale: le sfide nascoste della sensorialità*. Giovanni Fioriti.

Ayres, AJ (1989). *Sensory Integration and Praxis Tests*. Los Angeles: Western Psychological Services.

Bal, V. H., Kim, S. H., Cheong, D., & Lord, C. (2015). Daily living skills in individuals with autism spectrum disorder from 2 to 21 years of age. *Autism, 19*(7), 774-784.

Balboni, G., Belacchi, C., Bonichini, S., & Coscarelli, A. (2016). Vineland Adaptive Behavior Scales, (Vineland-II)–Survey Form. Adattamento italiano.

Barbaranelli, C., & D'Olimpio, F. (2006). *Analisi dei dati con SPSS*. LED.

Baum, S. H., Stevenson, R. A., & Wallace, M. T. (2015). Behavioral, perceptual, and neural alterations in sensory and multisensory function in autism spectrum disorder. *Progress in Neurobiology, 134*, 140–160.

Baumgartner, E. (2006). *L'osservazione del comportamento infantile*.

Ben-Sasson, A., Carter, A. S., & Briggs-Gowan, M. J. (2009). Sensory Over-Responsivity in Elementary School: Prevalence and Social-Emotional correlates. *Journal of Abnormal Child Psychology, 37*(5), 705–716.

Benasich, A. A., Curtiss, S., & Tallal, P. (1993). Language, learning, and behavioral disturbances in childhood: A longitudinal perspective. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 32*(3), 585-594.

Bettison, S. (1994). *Abnormal responses to sound and the long-term effects of a new treatment program*. Sydney, Australia: Autism Research Institute.

Bishop, D. V. M., Snowling, M. J., Thompson, P. A., & Greenhalgh, T. (2016). CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study. Identifying language impairments in children. *PloS One, 11*(7), e0158753.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158753>

Blankenburg, F.; Taskin, B.; Reuben, J.; Moosmann, M.; Ritter, P.; Curio, G.; Villringer, A. Imperceptible Stimuli and Sensory Processing Impediment. *Science* 2003, 299, 1864.

Boyd, B. A., McBee, M., Holtzclaw, T., Baranek, G. T., & Bodfish, J. W. (2009). Relationships among repetitive behaviors, sensory features, and executive functions in high functioning autism. *Research in autism spectrum disorders, 3*(4), 959-966.

Brizzolara, D., Casalini, C., Ferretti, G., Mazzotti, S., & Chilosi, A. (2012). Working Memory and Attention in Children with Specific Language Impairment. *Rivista di psicolinguistica applicata: XII, 3, 2012, 75-100*.

Brown, T., Swayn, E., & Pérez Mármol, J. M. (2021). The Relationship between children's sensory processing and executive functions: An exploratory study. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, 14*(3), 307-324.

- Bruininks, R., Woodcock, R., Weatherman, R., & Hill, B. (1997). Scales of Independent Behavior-Revised [Measurement instrument]. Rolling Meadows, IL: Riverside Publishing.
- Calvert, G. A., & Thesen, T. (2004). Multisensory integration: methodological approaches and emerging principles in the human brain. *Journal of Physiology-Paris*, 98(1-3), 191-205.
- Calvert, G. A., Campbell, R., & Brammer, M. J. (2000). Evidence from functional magnetic resonance imaging of crossmodal binding in the human heteromodal cortex. *Current biology*, 10(11), 649-657.
- Camarata, S., Miller, L. J., & Wallace, M. T. (2020). Evaluating sensory integration/sensory processing treatment: issues and analysis. *Frontiers in integrative neuroscience*, 14, 556660.
- Carter, A. S., Volkmar, F. R., Sparrow, S. S., Wang, J. J., Lord, C., Dawson, G., ... & Schopler, E. (1998). The Vineland Adaptive Behavior Scales: supplementary norms for individuals with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 28, 287-302.
- Cascio, C. J. (2010). Somatosensory processing in neurodevelopmental disorders. *Journal of neurodevelopmental disorders*, 2, 62-69.
- Cascio, C. J., Moore, D., & McGlone, F. (2019). Social touch and human development. *Developmental cognitive neuroscience*, 35, 5-11.
- Caselli, M. C., Bello, A., Rinaldi, P., Stefanini, S., & Pasqualetti, P. (2015). *Il Primo Vocabolario del Bambino: Gestii, Parole e Frasi. Valori di riferimento fra 8 e 36 mesi delle Forme complete e delle Forme brevi del questionario MacArthur-Bates CDI: Valori di riferimento fra 8 e 36 mesi delle Forme complete e delle Forme brevi del questionario MacArthur-Bates CDI*. FrancoAngeli.
- Chang, Y. S., Gratiot, M., Owen, J. P., Brandes-Aitken, A., Desai, S. S., Hill, S. S., Arnett, A.B., Harris, J., Marco, E. J., & Mukherjee, P. (2015). White matter microstructure is associated with auditory and tactile processing in children with and without sensory processing disorder. *Frontiers in Neuroanatomy*, 9, 169.
- Chang, Y., Owen, J. P., Desai, S., Hill, S. S., Arnett, A. B., Harris, J. J., Marco, E. J., & Mukherjee, P. (2014). Autism and sensory processing disorders: shared white matter disruption in sensory pathways but divergent connectivity in Social-Emotional pathways. *PloS One*, 9(7), e103038.
- Clegg, J., Hollis, C., Mawhood, L., & Rutter, M. (2005). Developmental language disorders—a follow-up in later adult life. Cognitive, language and psychosocial outcomes. *Journal of child psychology and psychiatry*, 46(2), 128-149.
- Craig, A. D. (2009). How do you feel—now? The anterior insula and human awareness. *Nature reviews neuroscience*, 10(1), 59-70.

- Crasta, J. E., Salzinger, E., Lin, M. H., Gavin, W. J., & Davies, P. L. (2020). Sensory processing and attention profiles among children with sensory processing disorders and autism spectrum disorders. *Frontiers in integrative Neuroscience, 14*, 22.
- Crispiani, P. (2002). *Lavorare con l'autismo: dalla diagnosi ai trattamenti*. Edizioni Junior
- Curtis, P. R., Frey, J. R., Watson, C. D., Hampton, L. H., & Roberts, M. Y. (2018). Language Disorders and Problem Behaviors: A Meta-analysis. *Pediatrics, 142*(2).
- D'Amico, S., De Cagno, A. G., Levorato, M. C., Rossetto, T., & Sansavini, A. (2021). Il Disturbo Primario del Linguaggio. In *Oltre la Consensus Conference*. Trento: Erickson.
- D'Souza, H., & Karmiloff-Smith, A. (2017). Neurodevelopmental disorders. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 8*(1-2), e1398.
- Davies, P. L., & Gavin, W. J. (2007). Validating the diagnosis of sensory processing disorders using EEG technology. *The American Journal of Occupational Therapy, 61*(2), 176-189.
- De Los Reyes, A., & Kazdin, A. E. (2005). Informant discrepancies in the assessment of childhood psychopathology: a critical review, theoretical framework, and recommendations for further study. *Psychological bulletin, 131*(4), 483.
- Del Moral Orro, G., Pastor Montaña, M., & Sanz Valer, P. (2013). Del marco teórico de integración sensorial al modelo clínico de intervención. *TOG (A coruña), 10* (17), 1–25. Retrieved from
- Delgado-Lobete, L., Pérttega-Díaz, S., Santos-del-Riego, S., & Montes-Montes, R. (2020). Sensory processing patterns in developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and typical development. *Research in developmental disabilities, 10*. 103608.
- Delgado-Lobete, L., Pérttega-Díaz, S., Santos-del-Riego, S., & Montes-Montes, R. (2020). Sensory processing patterns in developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and typical development. *Research in developmental disabilities, 100*, 103608.
- Dell'Armo, K. A., & Tassé, M. J. (2019). The role of adaptive behavior and parent expectations in predicting post-school outcomes for young adults with intellectual disability. *Journal of autism and developmental disorders, 49*, 1638-1651.
- Dellapiazza, F., Michelon, C., Orève, M., Robel, L., Schoenberger, M., Chatel, C., Vesperini, S., Maffre, T., Schmidt, R. C., Blanc, N., Vernhet, C., Picot, M., & Baghdadli, A. (2019). The impact of atypical sensory processing on adaptive functioning and maladaptive behaviors in autism spectrum disorder during childhood: results from the ELENA cohort. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 50*(6), 2142–2152.

Demopoulos, C., Yu, N., Tripp, J., Mota, N., Brandes-Aitken, A. N., Desai, S. S., ... & Marco, E. J. (2017). Magnetoencephalographic imaging of auditory and somatosensory cortical responses in children with autism and sensory processing dysfunction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 259.

Desmarais, C., Sylvestre, A., Meyer, F., Bairati, I., & Rouleau, N. (2010). Three profiles of language abilities in toddlers with an expressive vocabulary delay: Variations on a theme.

Di Renzo, M., Bianchi di Castelbianco, F., Vanadia, E., Petrillo, M., Racinaro, L., & Rea, M. (2017). Sensory processing and repetitive behaviors in clinical assessment of preschool children with autism spectrum disorder. *Journal of Child and Adolescent Behavior*, 5(2), 1-8.

Duinmeijer, I., de Jong, J., & Scheper, A. (2012). Narrative abilities, memory and attention in children with a specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 47(5), 542-555.

Dunn, W. (1994). Performance of typical children on the sensory profile: An item analysis. *The American Journal of Occupational Therapy*, 48(11), 967-974.

Dunn, W. (1997). The impact of sensory processing abilities on the daily lives of young children and their families: A conceptual model. *Infants & Young Children*, 9(4), 23-35.

Dunn, W. (2007). Supporting children to participate successfully in everyday life by using sensory processing knowledge. *Infants & Young Children*, 20(2), 84-101.

Dunn, W. (2014). *Sensory profile 2*. Bloomington, MN, USA: Psych Corporation.

Dunn, W. (2020). *Sensory profile 2*. Adattamento italiano di Ilaria Basadonne, Riccardo Atzei, Raffaella Tancredi e Paola Venuti

Dunn, W., & Westman, K. (1997). The sensory profile: the performance of a national sample of children without disabilities. *The American journal of occupational therapy*, 51(1), 25-34.

Dunn, W., Little, L., Dean, E., Robertson, S., and Evans, B. (2016). The state of the science on sensory factors and their impact on daily life for children: a scoping review. *OTJR* 36 (2 Suppl), 3S–26S.

Engel-Yeger, B. (2010). The applicability of the short sensory profile for screening sensory processing disorders among Israeli children. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33(4), 311–318.

Engel-Yeger, B., Muzio, C., Rinosi, G., Solano, P., Geoffroy, P. A., Pompili, M., ... & Serafini, G. (2016). Extreme sensory processing patterns and their relation with clinical conditions among individuals with major affective disorders. *Psychiatry research*, 236, 112-118.

- Finlay, J. C., & McPhillips, M. (2013). Comorbid motor deficits in a clinical sample of children with specific language impairment. *Research in developmental disabilities, 34*(9), 2533-2542.
- Foxe, J. J., & Schroeder, C. E. (2005). The case for feedforward multisensory convergence during early cortical processing. *Neuroreport, 16*(5), 419-423.
- Fuentes-Santamaria, V., Alvarado, J. C., Stein, B. E., & McHaffie, J. G. (2008). Cortex contacts both output neurons and nitregeric interneurons in the superior colliculus: direct and indirect routes for multisensory integration. *Cerebral Cortex, 18*(7), 1640-1652.
- Gaetz, W.; Bloy, L.; Wang, D.J.; Port, R.G.; Blaskey, L.; Levy, S.E.; Roberts, TPL GABA estimation in the brains of children on the autism spectrum: Measurement precision and regional cortical variation. *Neuroimage* 2014, 86, 1–9.
- Gal, E., Dyck, M. J., & Passmore, A. (2010). Relationships between stereotyped movements and sensory processing disorders in children with and without developmental or sensory disorders. *The American Journal of Occupational Therapy, 64*(3), 453-461.
- Galiana-Simal, A., Vela-Romero, M., Romero-Vela, V. M., Oliver-Tercero, N., García-Olmo, V., Benito-Castellanos, P. J., ... & Beato-Fernandez, L. (2020). Sensory processing disorder: Key points of a frequent alteration in neurodevelopmental disorders. *Cogent Medicine, 7*(1), 1736829.
- Gavin, W. J., Dotseth, A., Roush, K. K., Smith, C. A., Spain, H. D., & Davies, P. L. (2011). Electroencephalography in children with and without sensory processing disorders during auditory perception. *American Journal of Occupational Therapy, 65*(4), 370–377.
- Georgiou, N., & Spanoudis, G. (2021). Developmental Language Disorder and Autism: Commonalities and differences on language. *Brain Sciences, 11*(5), 589.
- Ghazanfar, A. A., & Schroeder, C. E. (2006). Is neocortex essentially multisensory?. *Trends in cognitive sciences, 10*(6), 278-285.
- Gillberg, C., & Coleman, M. (1996). Autism and medical disorders: A review of literature. *Developmental Medicine and Child Neurology, 38*, 191–202.
- Gori, M., Del Viva, M., Sandini, G., & Burr, D. C. (2008). Young children do not integrate visual and haptic form information. *Current Biology, 18*(9), 694-698.
- Gourley, L., Wind, C., Henninger, E. M., & Chinitz, S. (2012). Sensory processing difficulties, behavioral problems, and parental stress in a clinical population of young children. *Journal of Child and Family Studies, 22*(7), 912–921.

- Gouze, K. R., Hopkins, J., LeBailly, S. A., & Lavigne, J. V. (2009). Re-examining the epidemiology of sensory regulation dysfunction and comorbid psychopathology. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(8), 1077–1087.
- Grandin T (1995) How people with autism think. In: *Learning and cognition in autism*, Springer US 137-156.
- Graven, S. N., & Browne, J. V. (2008). Sensory development in the fetus, neonate, and infant: introduction and overview. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 8(4), 169-172.
- Greenspan, S. I., & Wieder, S. (2008). The interdisciplinary council on developmental and learning disorders diagnostic manual for infants and young children—An overview. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 17(2), 76.
- Griffiths, Ruth, et al. *Griffiths Scales of Child Development : Manual*. 3. ed, Hogrefe ARICD, Association for research in infant and child development, 2016; adattamento italiano Lanfranchi et al., 2019.
- Gupta, A., Nair, M. K. C., George, B., & Leena, M. L. (2023). Behavioural Profile, Linguistic skills, Adaptive Behaviours and Intellectual Functioning of School aged Children with History of Early Language Delay. *Journal of Nepal Paediatric Society*, 43(1), 9-14.
- Harrison, P. L., & Oakland, T. (2003). *Manual of the Adaptive Behaviour Assessment System II*. Psychological Corp.
- Hawa, V. V., & Spanoudis, G. (2014). Toddlers with delayed expressive language: An overview of the characteristics, risk factors and language outcomes. *Research in developmental disabilities*, 35(2), 400-407.
- Henry, D. (2019). *The Sensory Processing Measure 2. The Growing Body of Sensory Integration Research*.
- Hoshino, Y., Kumashiro, H., Yashima, Y., Tachibana, R., Watanabe, M., & Furukawa, H. (1982). Early symptoms of autistic children and its diagnostic significance. *Folia Psychiatrica et Neurologica Japonica*, 36, 367–374.
- Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1979). Brain mechanisms of vision. *Scientific American*, 241(3), 150-163.
- James, K., Miller, L. J., Schaaf, R., Nielsen, D. M., and Schoen, S. A. (2011). Phenotypes within sensory modulation dysfunction. *Compr. Psychiatry*. 52, 715–724.
- Jasmin, E., Couture, M., McKinley, P., Reid, G., Fombonne, E., & Gisel, E. (2009). Sensori-motor and daily living skills of preschool children with autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 39, 231-241.

- Jiang, W., Jiang, H., Rowland, B. A., & Stein, B. E. (2007). Multisensory orientation behavior is disrupted by neonatal cortical ablation. *Journal of neurophysiology*, 97(1), 557-562.
- Jiang, W., Wallace, M. T., Jiang, H., Vaughan, J. W., & Stein, B. E. (2001). Two cortical areas mediate multisensory integration in superior colliculus neurons. *Journal of Neurophysiology*, 85(2), 506-522.
- Joosten A, Bundy AC. Sensory processing and stereotypical and repetitive behavior in children with autism and intellectual disability. *Aust Occup Ther J* 2010; 57:366–72.
- Jussila, K., Junttila, M., Kielinen, M., Ebeling, H., Joskitt, L., Moilanen, I., et al. (2020). Sensory abnormality and quantitative autism traits in children with and without Autism spectrum disorder in an epidemiological population. *J. Autism Dev. Disord.* 50, 180–188.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. J., & Mack, S. (Eds.). (2000). *Principles of neural science* (Vol. 4, pp. 1227-1246). New York: McGraw-hill.
- Kanne, S. M., & Mazurek, M. O. (2011). Aggression in children and adolescents with ASD: Prevalence and risk factors. *Journal of autism and developmental disorders*, 41, 926-937.
- Karmiloff-Smith, A. (1998). Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends in cognitive sciences*, 2(10), 389-398.
- Karmiloff-Smith, A. (2009). Nativism versus neuroconstructivism: rethinking the study of developmental disorders. *Developmental psychology*, 45(1), 56.
- Karmiloff-Smith, B. A. (1994). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. *European journal of disorders of communication*, 29(1), 95-105.
- Kay, D. A., & Anglin, J. M. (1982). Overextension and underextension in the child's expressive and receptive speech. *Journal of Child Language*, 9(1), 83-98.
- Keppel, G., Saufley, W. H., Tokunaga, H., & Violani, C. (2001). *Disegno sperimentale e analisi dei dati in psicologia*. Edises.
- Kiese-Himmel, C. (2022). Early detection of primary developmental language disorders-increasing relevance due to changes in diagnostic criteria? *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 65(9), 909-916.
- Koenig, K. P., and Rudney, S. G. (2010). Performance challenges for children and adolescents with difficulty processing and integrating sensory information: a systematic review. *Am. J. Occup. Ther.* 64, 430–442. doi: 10.5014/ajot.2010.09073
- Koziol, L. F., Budding, D. E., & Chidekel, D. (2011). Sensory integration, sensory processing, and sensory modulation disorders: Putative functional neuroanatomic underpinnings. *The Cerebellum*, 10(4), 770-792.

- Kranowitz, C. S. (2006). *The out-of-sync child: Recognizing and coping with sensory processing disorder*. Penguin.
- Krishnan, S., Watkins, K. E., & Bishop, D. V. (2016). Neurobiological basis of language learning difficulties. *Trends in cognitive sciences*, 20(9), 701-714.
- Kuhl, P. K. (2010). Brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron*, 67(5), 713-727.
- Lane, A. E., Young, R. L., Baker, A. E. Z., & Angley, M. T. (2010). Sensory processing subtypes in autism: Association with adaptive behavior. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(1), 112–122.
- Lanfranchi, S., Rea, M., Ferri, R., & Vianello, R. (2019). Griffiths III. manuale parte II Somministrazione e scoring.
- Laws, G., & Bishop, D. V. (2003). A comparison of language abilities in adolescents with Down syndrome and children with specific language impairment.
- Lazerwitz, M. C., Rowe, M. A., Trimarchi, K. J., Garcia, R. D., Chu, R., Steele, M. C., ... & Mukherjee, P. (2022). Brief report: Characterization of sensory over-responsivity in a broad neurodevelopmental concern cohort using the sensory processing three dimensions (SP3D) assessment. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-8.
- Lewkowicz, D.J., Kraebel, K.S., 2004. The value of multisensory redundancy in the development of intersensory perception. In: Calvert, G., Spence, C., Stein, B.E. (Eds.), *The Handbook of Multisensory Processes*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 655–678.
- Lindsay, G., Dockrell, J. E., & Strand, S. (2007). Longitudinal patterns of behaviour problems in children with specific speech and language difficulties: Child and contextual factors. *British Journal of Educational Psychology*, 77(4), 811-828.
- Liss, M., Harel, B., Fein, D., Allen, D., Dunn, M., Feinstein, C., ... & Rapin, I. (2001). Predictors and correlates of adaptive functioning in children with developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 31, 219-230.
- Little, L. M., Dean, E., Tomchek, S., & Dunn, W. (2018). Sensory processing patterns in autism, attention deficit hyperactivity disorder, and typical development. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, 38(3), 243-254.
- Lord, C., Risi, S., Lambrecht, L., Cook, E. H., Leventhal, B. L., DiLavore, P. C., ... & Rutter, M. (2000). The Autism Diagnostic Observation Schedule—Generic: A standard measure of social and communication deficits associated with the spectrum of autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 30, 205-223.
- Lum, J. A., Conti-Ramsden, G., Page, D., & Ullman, M. T. (2012). Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. *cortex*, 48(9), 1138-1154.
- Macaluso, E. (2006). Multisensory processing in sensory-specific cortical areas. *The neuroscientist*, 12(4), 327-338.

Mailloux, Z., Grady-Dominguez, P., Petersen, J., Parham, L. D., Roley, S. S., Bundy, A., & Schaaf, R. C. (2021). Evaluation in Ayres sensory integration®(EASI) vestibular and proprioceptive tests: Construct validity and internal reliability. *The American Journal of Occupational Therapy, 75*(6).

Mangeot, S. D., Miller, L. J., McIntosh, D. N., McGrath-Clarke, J., Simon, J., Hagerman, R. J., & Goldson, E. (2001). Sensory modulation dysfunction in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology, 43*(6), 399-406.

Matson, J. L., & Dempsey, T. (2009). The nature and treatment of compulsions, obsessions, and rituals in people with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 30*(3), 603-611.

Mauer, D. M. (1999). Issues and applications of sensory integration theory and treatment with children with language disorders. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 30*(4), 383-392.

McCarney, S., & Arthaud, T. (2006a). Adaptive Evaluation Behavior Scale-Revised Second Edition: 4-12 School Version. *Columbia, MO: Hawthorne.*

McGrew, K. S., & Bruininks, R. H. (1990). Defining adaptive and maladaptive behavior within a model of personal competence. *School Psychology Review, 19*(1), 53-73.

Méndez-Freije, I., Areces, D., & Rodríguez, C. (2023). Language Skills in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Developmental Language Disorder: A Systematic Review. *Children, 11*(1), 14.

Metz, A. E., Boling, D., DeVore, A., Holladay, H., Liao, J. F., & Vlutch, K. V. (2019). Dunn's model of sensory processing: an investigation of the axes of the four-quadrant model in healthy adults. *Brain sciences, 9*(2), 35.

Miller L.J. Sensational kids: hope and help for children with sensory processing disorder. New York: G.P Putnam and Sons; 2006.

Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience, 24*(1), 167-202.

Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S. A., & Osten, E. T. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *The American Journal of Occupational Therapy, 61*(2), 135-140.

Miller, L. J., Coll, J. R., & Schoen, S. A. (2007). A randomized controlled pilot study of the effectiveness of occupational therapy for children with sensory modulation disorder. *American Journal of Occupational Therapy, 61* (2), 228-238. <https://doi.org/10.5014/ajot.61.2.228>

Miller, L. J., Lane, S., Cermak, S., Osten, E., & Anzalone, M. (2005). Section I—Primary diagnosis: Axis I: Regulatory- Sensory Processing Disorders. In S. I. Greenspan & S. Wieder (Eds.), *Diagnostic manual for infancy and early childhood: Mental health, developmental, regulatory-sensory processing and language disorders and learning challenges (ICDL– DMIC)* (pp. 73–112). Bethesda, MD: Interdisciplinary Council on Developmental and Learning Disabilities.

Miller, L. J., Nielsen, D. M., Schoen, S. A., & Brett-Green, B. A. (2009). Perspectives on sensory processing disorder: a call for translational research. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 3, 597.

Miller, L. J., Reisman, J., McIntosh, D., & Simon, J. (2001). An ecological model of sensory modulation. In S. Smith-Roley, E. Blanche, & R. C. Schaaf (Eds.), *Understanding the nature of sensory integration with diverse populations* (pp. 57–82). Los Angeles: Harcourt.

Molholm, S.; Murphy, J.W.; Bates, J.; Ridgway, E.M.; Foxe, J. J. Multisensory Audiovisual Processing in Children with a Sensory Processing Disorder (I): Behavioral and Electrophysiological Indices Under Speeded Response Conditions. *Front. Integral Neuroscience*. 2020, 14, 4.

Morris, C. W. (1946). *Signs, language and behavior* (p. 208). New York: Prentice-Hall.

Mouga, S., Almeida, J., Café, C., Duque, F., & Oliveira, G. (2015). Adaptive profiles in autism and other neurodevelopmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45, 1001-1012.

Mountcastle, V. B. (1997). The columnar organization of the neocortex. *Brain: a journal of neurology*, 120(4), 701-722.

Mulligan, S., Douglas, S., & Armstrong, C. (2021). Characteristics of idiopathic sensory processing disorder in young children. *Frontiers in integrative neuroscience*, 15, 647928.

Mulligan, S., Schoen, S., Miller, L., Valdez, A., Wiggins, A., Hartford, B., et al. (2019). Initial studies of validity of the sensory processing 3-dimensions scale. *Phys. Occup. Ther. Pediatr.* 39, 94–106. doi: 10.1080/01942638.2018.1434717

Neil, P. A., Chee-Ruiter, C., Scheier, C., Lewkowicz, D. J., & Shimojo, S. (2006). Development of multisensory spatial integration and perception in humans. *Developmental science*, 9(5), 454-464.

O'Donnell, S., Deitz, J., Kartin, D., Nalty, T., & Dawson, G. (2012). Sensory processing, problem behavior, adaptive behavior, and cognition in preschool children with autism spectrum disorders. *The American Journal of Occupational Therapy*, 66(5), 586-594.

Oudgenoeg-Paz, O., Volman, M. C. J., & Leseman, P. P. (2016). First steps into language? Examining the specific longitudinal relations between walking, exploration and linguistic skills. *Frontiers in psychology*, 7, 1458.

Parush, S., Sohmer, H., Steinberg, A., & Kaitz, M. (2007). Somatosensory function in boys with ADHD and tactile defensiveness. *Physiology & Behavior*, 90(4), 553-558.

Passarello, N., Tarantino, V., Chirico, A., Menghini, D., Costanzo, F., Sorrentino, P., ... & Turriziani, P. (2022). Sensory processing disorders in children and adolescents: taking stock of assessment and novel therapeutic tools. *Brain sciences*, 12(11), 1478.

Pecini, C., & Brizzolara, D. (2020). Disturbi e traiettorie atipiche del neurosviluppo. Diagnosi e Intervento.

Perani, D., Saccuman, M. C., Scifo, P., Anwander, A., Spada, D., Baldoli, C., ... & Friederici, A. D. (2011). Neural language networks at birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(38), 16056-16061.

Perry, A., Flanagan, H. E., Dunn Geier, J., & Freeman, N. L. (2009). Brief report: The Vineland Adaptive Behavior Scales in young children with autism spectrum disorders at different cognitive levels. *Journal of autism and developmental disorders*, 39, 1066-1078.

Piaget, J. (1972). *The principles of genetic epistemology* (Vol. 7). Routledge and K. Paul.

Pollock, M. R., Metz, A. E., & Barabash, T. (2014). Association between dysfunctional elimination syndrome and sensory processing disorder. *The American Journal of Occupational Therapy*, 68(4), 472-477.

Prelock, P. A. (2006). *Autism spectrum disorders: Issues in assessment and intervention* (p. 230). Austin, TX: Pro-ed.

Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological reviews*.

Purpura, G., Cerroni, F., Carotenuto, M., Nacinovich, R., & Tagliabue, L. (2022). Behavioural Differences in Sensorimotor Profiles: A Comparison of Preschool-Aged Children with Sensory Processing Disorder and Autism Spectrum Disorders. *Children*, 9(3), 408.

Puts, N.A.J.; Edden, R.A.E.; Evans, C.J.; McGlone, F.; McGonigle, DJ Regionally specific human GABA concentration correlates with tactile discrimination thresholds. *J. Neuroscience*. 2011, 31, 16556–16560.

Putzar, L., Goerendt, I., Lange, K., Rösler, F., & Röder, B. (2007). Early visual deprivation impairs multisensory interactions in humans. *Nature neuroscience*, 10(10), 1243-1245.

Rais, M., Binder, D. K., Razak, K. A., & Ethell, I. M. (2018). Sensory processing phenotypes in fragile X syndrome. *ASN neuro*, *10*, 1759091418801092.

Ramus, F. (2002). Language discrimination by newborns: Teasing apart phonotactic, rhythmic, and intonational cues. *Annual Review of Language Acquisition*, *2*(1), 85-115.

Rapin, I. (2006). Language and its development in the autism spectrum disorders. *Language: Normal and Pathological Development*; Riva, D., Rapin, I., Zardini, G., Eds, 121-137.

Ray-Subramanian, C. E., Huai, N., & Ellis Weismer, S. (2011). Brief report: Adaptive behavior and cognitive skills for toddlers on the autism spectrum. *Journal of autism and developmental disorders*, *41*, 679-684.

Rescorla, L. (1989). The Language Development Survey: A screening tool for delayed language in toddlers. *Journal of Speech and Hearing disorders*, *54*(4), 587-599.

Rescorla, L., & Dale, P. (2013). Where do we stand now. *Conclusions and Future Directions*. In.

Rescorla, L., & Schwartz, E. (1990). Outcome of toddlers with specific expressive language delay. *Applied Psycholinguistics*, *11*(4), 393-407.

Rescorla, L., Roberts, J., & Dahlsgaard, K. (1997). Late talkers at 2: Outcome at age 3. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *40*(3), 556-566.

Rimland, B., & Edelson, S. M. (1995). Brief Report: A pilot study of auditory integration training in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *25*, 61–70.

Rinaldi, S., Caselli, M. C., Cofelice, V., D'Amico, S., De Cagno, A. G., Della Corte, G., Di Martino, M. V., Di Costanzo, B., Levorato, M. C., Penge, R., Rossetto, T., Sansavini, A., Vecchi, S., & Zoccolotti, P. (2021). Efficacy of the Treatment of Developmental Language Disorder: a Systematic review. *Brain Sciences*, *11*(3), 407.

Roch, M., Florit, E., & Levorato, C. (2017). La valutazione del linguaggio. In *La valutazione psicologica dello sviluppo. Metodi e strumenti* (pp. 151-174). Carocci Editore Manuali.

Rogers, S. J., Hepburn, S., & Wehner, E. (2003). Parent reports of sensory symptoms in toddlers with autism and those with other developmental disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, *33*, 631-642.

Roman-Oyola, R., & Reynolds, S. (2013). Prevalence of sensory modulation disorder among Puerto Rican preschoolers: An analysis focused on socioeconomic status variables. *Occupational Therapy International*, *20*(3), 144–154.

Santrock John, W., Deater-Deckard, K., Lansford, J., & Rollo, D. (2013). *Psicologia dello sviluppo*.

Schalock, R. L., & Luckasson, R. (2004). American association on mental retardation's definition, classification, and system of supports and its relation to international trends and issues in the field of intellectual disabilities. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 1(3-4), 136-146.

Scheerer, N. E., Boucher, T. Q., Bahmei, B., Iarocci, G., Arzanpour, S., & Birmingham, E. (2022). Family experiences of decreased sound tolerance in ASD. *Journal of autism and developmental disorders*, 1-15.

Schreiner, C. E., & Winer, J. A. (2007). Auditory cortex mapmaking: principles, projections, and plasticity. *Neuron*, 56(2), 356-365.

Schulz, S. E., Kelley, E., Anagnostou, E., Nicolson, R., Georgiades, S., Crosbie, J., Schachar, R., Ayub, M., & Stevenson, R. A. (2022). Sensory processing patterns predict problem behaviours in autism spectrum disorder and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 7(1), 46–58. <https://doi.org/10.1007/s41252-022-00269-3>

Serafini, G.; Gondo, X.; Canepa, G.; Pompili, M.; Rihmer, Z.; More, M.; Engle-Yeger, B. Extreme sensory processing patterns show a complex association with depression, and impulsivity, alexithymia, and hopelessness. *J. Affect. Disord.* 2017, 210, 210–249.

Sherman, S. M., & Guillery, R. W. (2002). The role of the thalamus in the flow of information to the cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 357(1428), 1695-1708.

Simpson, K., Paynter, J., Ziegenfusz, S., & Westerveld, M. (2022). Sensory profiles in school-age children with developmental language disorder. *International Journal of Disability, Development and Education*, 69(3), 781-790.

Siper, P.M & Tavassoli, T., & Syzdek, B.M. (2021). Sensory Assessment for Neurodevelopmental Disorders (SAND): Technical and Administration Manual. Stoelting

Smith, M. C. (2019). *Sensory integration: Theory and practice*. FA Davis.

Sparrow, S. S., Cicchetti, D. V., & Balla, D. A. (2005). Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition: Survey Forms Manual. *Circles Pines, MN: American Guidance Service*.

Sparrow, S. S., Cicchetti, D. V., & Balla, D. A. (2009). Vineland Adaptive Behavior Scales, Second Edition: Expanded Interview Manual. Bloomington, MN: *Pearson Assessments*.

Sparrow, S., Cicchetti, V., Balla, D., & Balboni, G. (2016). Vineland-2: Vineland adaptive behavior scales Second Edition-Survey Forms–Manuale. *Firenze: Giunti Psychometrics*.

SPD Foundation, 2022

St Clair, M. C., Pickles, A., Durkin, K., & Conti-Ramsden, G. (2011). A longitudinal study of behavioral, emotional and social difficulties in individuals with a history of specific language impairment (SLI). *Journal of communication disorders*, 44(2), 186-199.

Stein, B. E., & Rowland, B. A. (2011). Organization and plasticity in multisensory integration: early and late experience affects its governing principles. *Progress in brain research*, 191, 145-163.

Stein, B. E., Stanford, T. R., & Rowland, B. A. (2009). The neural basis of multisensory integration in the midbrain: its organization and maturation. *Hearing research*, 258(1-2), 4-15.

Stein, B.E., Meredith, M.A., (1993). *The Merging of the Senses*. MIT Press, Cambridge, Mass.

Suarez, M. A. (2012). Sensory processing in children with autism spectrum disorders and impact on functioning. *Pediatric Clinics of North America*, 59(1), 203-214.

Sunderajan T, Kanhere SV. Speech and language delay in children: Prevalence and risk factors. *J Family Med Prim Care*. 2019, 8(5):1642-1646.

Taal, M. N., Rietman, A. B., Meulen, S. V., Schipper, M., & Dejonckere, P. H. (2013). Children with specific language impairment show difficulties in sensory modulation. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 38(2), 70-78.

Tavassoli, T., Brandes-Aitken, A., Chu, R., Porter, L., Schoen, S., Miller, L. J., ... & Marco, E. J. (2019). Sensory over-responsivity: parent report, direct assessment measures, and neural architecture. *Molecular Autism*, 10, 1-10.

Tavassoli, T., Miller, L. J., Schoen, S. A., Nielsen, D. M., & Baron-Cohen, S. (2014). Sensory over-responsivity in adults with autism spectrum conditions. *Autism*, 18(4), 428-432.

Tomchek, S. D., & Dunn, W. (2007). Sensory processing in children with and without autism: a comparative study using the short sensory profile. *The American journal of occupational therapy*, 61(2), 190-200.

Tomchek, S. D., Little, L. M., & Dunn, W. (2015). Sensory pattern contributions to developmental performance in children with autism spectrum disorder. *American Journal of Occupational Therapy*, 69(5), p1-p10.

Van den Boogert, F., Klein, K., Spaan, P., Sizoo, B., Bouman, Y. H., Hoogendijk, W. J., & Roza, S. J. (2022). Sensory processing difficulties in psychiatric disorders: A meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*, 151, 173-180.

Vicari S., & Caselli, M. C. (2017). Neuropsicologia dell'età evolutiva: Prospettive teoriche e cliniche. *Il Mulino*

Vicker, B. A. (1993). Tracking facilitated communication and auditory integration training in Indiana. In *Proceedings 1993 International Conference on Autism*. Bethesda, MD: Autism Society of America.

Wallace, M. T., & Stein, B. E. (1994). Cross-modal synthesis in the midbrain depends on input from cortex. *Journal of Neurophysiology*, *71*(1), 429-432.

Wallace, I. F., Berkman, N. D., Watson, L. R., Coyne-Beasley, T., Wood, C. T., Cullen, K., & Lohr, K. N. (2015). Screening for speech and language delay in children 5 years old and younger: a systematic review. *Pediatrics*, *136*(2), e448-e462.

Wallace, M. T., Perrault, T. J., Hairston, W. D., & Stein, B. E. (2004). Visual experience is necessary for the development of multisensory integration. *Journal of Neuroscience*, *24*(43), 9580-9584.

Wallace, M. T., & Stein, B. E. (2007). Early experience determines how the senses will interact. *Journal of neurophysiology*, *97*(1), 921-926.

Watson, L. R., Patten, E., Baranek, G. T., Poe, M., Boyd, B. A., Freuler, A., & Lorenzi, J. (2011). Differential associations between sensory response patterns and language, social, and communication measures in children with autism or other developmental disabilities. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *54*(6), 1562–1576.

Wechsler, D. (2008). *WPPSI-III: Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence (3rd ed.)*. The Psychological Corporation.

Wiggins, L. D., Robins, D. L., Bakeman, R., & Adamson, L. B. (2009). Brief report: sensory abnormalities as distinguishing symptoms of autism spectrum disorders in Wilkinson LK, Meredith MA, Stein BE. The role of anterior ectosylvian cortex in cross-modality orientation and approach behavior. *Exp Brain Res*. 1996; *112*:1–10.

Williams, K. L., Kirby, A. V., Watson, L. R., Sideris, J., Bulluck, J., and Baranek, G. T. (2018). Sensory features as predictors of adaptive behaviors: a comparative longitudinal study of children with autism spectrum disorder and other developmental disabilities. *Res. Devel. Disabil.* *81*, 103–112. doi: 10.1016/j.ridd. 2018.07.002

Yela-González, N., Santamaría-Vázquez, M., & Ortiz-Huerta, J. H. (2021). Activities of Daily Living, Playfulness and Sensory Processing in Children with Autism Spectrum Disorder: A Spanish Study. *Children*, *8*(2), 61.

Yeung, L. H. J., & Thomacos, N. (2020). Assessments of sensory processing in infants and children with autism spectrum disorder between 0–12 years old: A scoping review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *72*, 101517

Yoshimura, S., Sato, W., Kochiyama, T., Uono, S., Sawada, R., Kubota, Y., & Toichi, M. (2017). Gray matter volumes of early sensory regions are associated with individual differences in sensory processing. *Human Brain Mapping*, *38*(12), 6206-6217.
young children. *Journal of autism and developmental disorders*, *39*, 1087-1091.

Zero to Three. (2016). *DC:0-5TM: Diagnostic classification of mental health and developmental disorders of infancy and early childhood*. Zero to Three.

Zheng, S., LeWinn, K., Ceja, T., Hanna-Attisha, M., O'Connell, L., & Bishop, S. (2021). Adaptive behavior as an alternative outcome to intelligence quotient in studies of children at risk: a study of preschool-aged children in Flint, MI, USA. *Frontiers in psychology, 12*, 692330.

Zubrick, S. R., Taylor, C. L., Rice, M. L., & Slegers, D. W. (2007). Late language emergence at 24 months: An epidemiological study of prevalence, predictors, and covariates.