



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

**Corso di Laurea Triennale in Scienze Psicologiche dello Sviluppo, della
Personalità e delle Relazioni Interpersonali**

Elaborato finale

Prematurità e memoria visiva: programmi d'intervento e prevenzione

**Prematurity and visual memory: intervention and prevention
programs**

Relatrice

Prof.ssa Sabrina Brigadoi

Laureanda: Daniela Panzeri

Matricola: 1165959

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

CAPITOLO I INTRODUZIONE: Sviluppo tipico della memoria visiva.....	5
1.1 Definizione del costrutto di memoria visiva.....	5
1.2 Sviluppo della memoria visiva nel corso dell'infanzia.....	7
1.3 Importanza della memoria visiva come predittore di QI e abilità cognitiva.....	10
1.4 Paradigmi e metodi utilizzati per valutarla.....	10
1.4.1 Riconoscimento visivo: preferenza visiva e abituação.....	10
1.4.2 Metodi utilizzati.....	12
1.4.3 Condizionamento operante: ritmo di suzione e paradigma della giostrina o del trenino.....	13
CAPITOLO II: Sviluppo della memoria visiva nei nati pretermine.....	15
2.1 Prematurità come fattore di rischio per alterazioni neuropsichiche.....	15
2.2 Prematurità e anomalie delle strutture cerebrali.....	16
CAPITOLO III: Alterazioni nella memoria di lavoro nei nati prematuri.....	19
3.1 Deviazioni dallo sviluppo tipico della ML nel trattamento di stimoli bisensoriali..	19
3.2 Differenze negli esiti di sviluppo della ML visuo-spaziale.....	21
CAPITOLO IV: Potenziamento della memoria visiva nei nati prematuri.....	23
4.1 Allenamento della memoria di lavoro.....	23
4.2 Programma di intervento neuropsicologico PEFEN.....	27
4.2.1 Descrizione del programma PEFEN.....	28
4.2.2 Descrizione del programma di formazione in competenze curricolari per il gruppo CIG.....	29
4.2.3 Modello dello studio.....	30
4.2.4 Esiti dello studio.....	30
CAPITOLO V: Conclusioni.....	35
5.1 Analisi delle criticità e dei punti di forza degli studi analizzati.....	35
5.2 Considerazioni sugli esiti degli studi e prospettive future.....	36
Ringraziamenti.....	39
Riferimenti bibliografici.....	41

CAPITOLO I

INTRODUZIONE

Sviluppo tipico della memoria visiva

1.1 Definizione del costrutto di memoria visiva

Dagli anni '60 ad oggi lo studio della memoria ha fatto enormi progressi, passando dall'idea della memoria come una facoltà unitaria della mente, a quella in cui parlando di memoria ci si riferisce ad una costellazione di processi e sistemi differenti.

Quello che chiamiamo ricordo è di fatto costituito da elementi diversi come immagini, suoni, odori ed emozioni, derivanti da sistemi mnestici differenti, ma tra loro interagenti. Tra questi sistemi appare anche quello di memoria visiva, che definisce come sono fatte le cose che abbiamo incontrato.

La definizione di memoria visiva può essere applicata sia al sistema di memoria a breve termine, temporaneo, che a quello di memoria a lungo termine, permanente. Ne esiste anche uno a brevissimo termine denominato memoria iconica, considerato un sistema di registrazione finalizzato ad un'elaborazione primaria dello stimolo, a sostegno di sistemi di memoria più duraturi (Brandimonte, 2016).

La memoria visiva a breve termine è un sistema di memoria in cui l'input visivo viene rapidamente codificato, mantenuto per un breve tempo, ed utilizzato per garantire la continuità percettiva e per poter confrontare più immagini visive, che non possono essere simultaneamente sottoposte all'attenzione nella fovea¹ dell'occhio (Kwon, Luck, & Oakes, 2014).

Questo concetto si sovrappone parzialmente a quello di memoria di lavoro, un sistema che si suppone sia utile a tenere le informazioni in mente per un breve lasso temporale e a manipolarle attivamente, mentre si eseguono compiti cognitivi complessi come il ragionamento, la comprensione o l'apprendimento.

Questo termine è stato coniato nel 1960 da Miller, utilizzato da Atkinson e Shiffrin nel 1968 in un loro importante articolo sulla memoria, ed è diventato nel 1974 il titolo del modello multicomponenziale della memoria prodotto da Baddeley e Hitch (Figura 1).

¹ Regione centrale della retina dell'occhio in cui si ha la massima acuità visiva e quindi la capacità di discriminare i dettagli (Dell'Acqua & Turatto, 2011; Gregory, 1998).

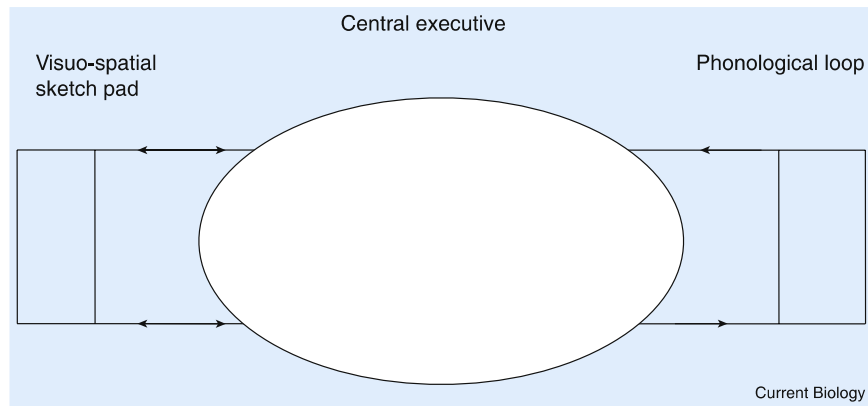


Figura 1: Modello di memoria di lavoro proposto da Baddeley e Hitch nel 1974 (Baddeley, 2010).

Questo modello nella sua prima versione prevedeva tre componenti, distinti ma interagenti: un sistema di controllo chiamato esecutivo centrale, che collabora con due sistemi di memorizzazione a breve termine, uno per il materiale visivo detto taccuino visuo-spaziale, ed un secondo per il materiale verbale-acustico chiamato loop fonologico. Questi due sistemi possono elaborare parallelamente.

Nella scelta del termine memoria di lavoro emerge come il ruolo di questa memoria vada oltre la semplice memorizzazione, ma ne rivesta uno importante nella cognizione.

In seguito il modello è stato integrato con il buffer episodico (Figura 2), una quarta componente, capace di contenere temporaneamente episodi multidimensionali, che possono combinare differenti tipologie di informazioni (ad esempio visive ed uditive insieme) (Baddeley, 2010).

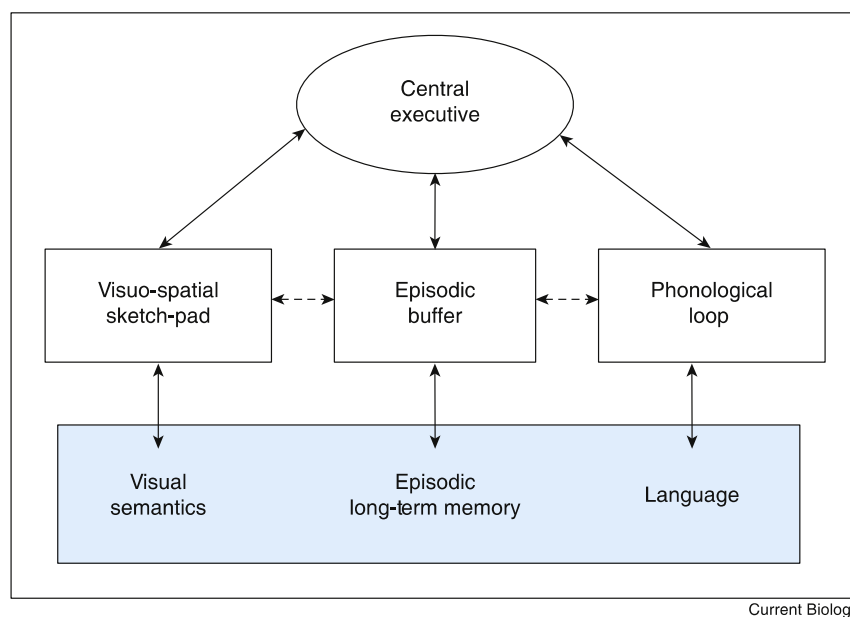


Figura 2: Sviluppo successivo del modello multicomponentiale (Baddeley, 2010).

1.2 Sviluppo della memoria visiva nel corso dell'infanzia

Essere a conoscenza dello sviluppo tipico della memoria visiva, e più nello specifico della memoria di lavoro (ML), è utile ad interpretare in modo corretto la letteratura relativa alle deviazioni dalla curva di sviluppo, nel nostro caso connesse alla nascita prematura.

Cercheremo di fare un quadro generale affinché siano chiare le diverse fasi evolutive di questo processo cognitivo.

Già nei neonati di 3 giorni è presente una buona capacità di riconoscimento degli stimoli, in seguito a qualche minuto dedicato alla presa di confidenza con gli stessi (Olson & Sherman, 1983). La risposta differenziale a stimoli visivi è già evidente a 6,5 giorni di vita (Werner & Siqueland, 1978), definendo già la presenza dell'abilità di memoria di riconoscimento visivo nel neonato.

Successivamente, a 6 settimane, i neonati reagiscono alla raffigurazione schematica di un volto umano e sono in grado di imitare delle espressioni facciali sia subito dopo averle viste, che a 24 ore di distanza (Vianello, Gini, & Lanfranchi, 2017), dando prova di un primo sviluppo di memoria visiva a breve termine e a lungo termine. Ad 11 settimane dimostrano già preferenza per le novità (Werner & Siqueland, 1978).

Dai 3 ai 6 mesi vi è un forte incremento dell'elaborazione cognitiva. In questo lasso di tempo il bambino mostra di aver acquisito l'abilità di discriminare gli stimoli estraendo informazioni salienti e di riconoscimento, dopo una familiarizzazione con lo stimolo di pochi secondi (Olson & Sherman, 1983).

Sempre in questa fase il bambino inizia a riconoscere le persone. Prima dei 3 mesi gli erano noti solo dei particolari, ora riesce a strutturare tutti gli elementi che vanno a comporre la figura umana. Passati i 6 mesi il bambino, intrapresa una fase di esplorazione e vigile attenzione, inizia a classificare gli stimoli in categorie, utili all'organizzazione del materiale nella memoria visiva a lungo termine (Olson & Sherman, 1983). Vengono categorizzati percettivamente le facce, le forme e i colori degli oggetti, i movimenti e le differenti tipologie di ambienti. Si accrescono così anche le informazioni legate al contesto, che hanno un ruolo importante nella memoria (Andreani Dentici, 1999), soprattutto autobiografica (Neisser, 1982). Sempre a questa età il bambino è ormai in grado di riprodurre in differita, a distanza di 24 ore, una sequenza di azioni, mostrando che proporzionalmente alla crescita, aumenta il tempo di permanenza del ricordo, la quantità di informazioni ricordate e quindi la potenzialità della memoria visiva a lungo

termine. A 24 mesi di età sarà possibile imitare una sequenza di azioni anche dopo 3 mesi (Vianello et al., 2017).

Un modo per studiare lo sviluppo della memoria è tenere conto dello *span* o capacità di memoria, inteso come il numero di informazioni ritenute in memoria in un breve lasso di tempo (Cowan, 2016). Lo *span* di memoria visuo-spaziale a breve termine aumenta progressivamente con l'età. Nei bambini sotto l'anno vedremo che sono utilizzate altre prove rispetto alle sequenze², per ovviare ai limiti comunicativi dell'età, come ad esempio le prove di abituazione, che approfondiremo nel paragrafo 1.3. In questo tipo di prove a 6 mesi i bambini sembrano riconoscere un solo elemento, mentre intorno agli 8 mesi ne riconoscono due (Simmering, 2012), e intorno all'anno tre (Kibbe & Leslie, 2013; Mammarella, Cardillo, & Caviola, 2019).

Nel primo anno di vita ciò che maggiormente varia è la velocità con cui le informazioni vengono immagazzinate nella memoria visiva a lungo termine: a 2 mesi occorrono 3-6 minuti di training, a 3 mesi bastano 2-3 minuti, a 6 mesi è sufficiente un minuto (D'Alessio & Raffone, 2008). Laddove è stata indagata l'imitazione differita, cioè la riproduzione di una sequenza dopo 24 ore da quando è stato fatto il *training*, è emerso che: a 6 mesi era necessario mostrare la sequenza 90 secondi per 6 volte, affinché il ricordo si consolidasse passando dalla memoria visiva a breve termine a quella a lungo termine. A 12 mesi sono sufficienti 3 presentazioni da 20-30 secondi ciascuna, affinché il bambino la imiti dopo 24 ore (Vianello, et al., 2017). Il richiamo, che prevede che le informazioni siano recuperate in assenza di un supporto percettivo dalla memoria visiva a lungo termine, è più difficoltoso rispetto alla memoria di riconoscimento. Quest'ultima compare già a tre giorni di vita, come sopra detto, mentre il richiamo inizia ad essere presente intorno ai 6 mesi (Rose, Feldman, & Jankowski, 2005).

Tra i 12 e i 18 mesi l'uso del linguaggio aiuta a consolidare la memoria per immagini a lungo termine. In questa fase della crescita il bambino può utilizzare un doppio codice che lo aiuta a riorganizzare le informazioni e a passare dal ricordo di immagini isolate e singoli eventi, a ricordi meglio organizzati in sequenze di eventi narrativi (Andreani Dentici, 1999).

A 2 anni i bambini riconoscono una dozzina di figure o giocattoli in un compito di memoria di riconoscimento, e sono in grado di rievocare due o più stimoli in un compito

² Per prove a sequenze si intendono dei compiti di *memory span*, in cui al bambino vengono presentate delle serie di item di lunghezza crescente di stimoli uditivi (parole o numeri) o visivi (immagini). Da questo genere di compiti viene ricavata la misura di *span*, ovvero il numero massimo di stimoli che il bambino è in grado di rievocare nella corretta sequenza (Vianello, et al., 2017).

di rievocazione libera (Andreani Dentici, 1999), che stimola la memoria visiva a breve termine.

Confrontando, nello specifico, lo *span* di memoria visuo-spaziale e verbale, da alcune ricerche in bambini dai 4 ai 15 anni, emerge che lo *span* verbale ha uno sviluppo lineare, mentre per quello visuospaziale, dagli 11 anni, la prestazione è molto simile a quella degli adulti (Mammarella et al., 2019). Questo incremento di capacità nello *span* di memoria visuo-spaziale (o taccuino visuo-spaziale) è dovuto da una parte all'aumento legato allo sviluppo della capacità del magazzino di ritenere materiale in forma visiva, e dall'altra dall'acquisizione di strategie non visive da parte del bambino per supportarne il ricordo (Vianello et al., 2017) nella memoria visiva a breve termine.

Dai 4 anni circa ai 7 anni, alla richiesta di ricordare delle immagini presentate, i bambini codificheranno e immagazzineranno le informazioni presentate visivamente classificandole solo sulla base delle loro caratteristiche visive. In età superiori invece, cercheranno di dare un nome alle immagini in una modalità verbale, operando perciò una ricodifica fonologica dello stimolo visivo (Palmer, 2000). Volendo esemplificare: i bambini più piccoli dovendo ricordare la parola penna tenderanno ad immagazzinare in memoria l'immagine della stessa, come di un oggetto lungo e sottile, con la probabilità che venga confuso con altri oggetti con proprietà visive simili, come un coltello o un cacciavite; mentre bambini con un'età maggiore classificheranno l'oggetto secondo le proprietà fonologiche della parola, col rischio di confonderla con altre fonologicamente simili (Vianello et al., 2017).

Fino ai sette anni circa è preponderante l'utilizzo della memoria visiva rispetto alla memoria verbale (Mammarella et al., 2019).

Per i bambini più piccoli la memorizzazione risulta un processo automatico che non richiede la partecipazione attiva del soggetto, che perciò non fa nulla per impedire l'oblio³; mentre con l'aumentare dell'età e con la scolarizzazione il bambino acquisisce meta-memoria, cioè una consapevolezza e conoscenza di come la memoria funziona (Vianello et al., 2017). A modificarsi perciò non è solo la capienza dei magazzini di memoria, ma anche l'efficacia dell'elaborazione dei dati e l'abilità nell'utilizzo di strategie, che cambiano ed evolvono nel corso dello sviluppo a vantaggio della capacità del sistema di ML (Mammarella et al., 2019) e di memoria a lungo termine.

³ Dimenticanza parziale o totale delle esperienze passate, descrivibile graficamente attraverso la *curva dell'oblio*, messa a punto da Ebbinghaus nel 1885 (Galimberti, 2018).

1.3 Importanza della memoria visiva come predittore di QI e abilità cognitiva

La memoria di lavoro, insieme a quella a lungo termine, ha un ruolo fondamentale nello sviluppo e nell'apprendimento, sia informale che scolastico sia dal versante di acquisizione di abilità come la lettura e la scrittura che, d'altro canto, da quello di organizzazione delle informazioni in una rete più ampia di conoscenze (Andreani Dentici, 1999).

È implicata in differenti compiti cognitivi tra cui l'apprendimento del linguaggio e delle lingue straniere, la comprensione del testo, la pragmatica del linguaggio, l'apprendimento della matematica e della soluzione dei problemi aritmetici, l'apprendimento di mappe, l'orientamento e la navigazione nell'ambiente, il disegno ed il ricordo della posizione degli oggetti (Mammarella et al., 2019).

Nello specifico, la memoria di riconoscimento visivo è stato uno dei primi aspetti della cognizione infantile a mostrare validità predittiva per le successive abilità cognitive, tra cui intelligenza e linguaggio nell'infanzia, oltre che correlare con la memoria successiva. È stata infatti trovata in relazione a misurazioni di memoria a 16 mesi, 3 anni, 6 anni e 11 anni (Rose, Feldman, & Jankowsky, 2004).

Da uno studio di Rose e Feldman (1997) emerge che la memoria di riconoscimento visivo infantile, insieme alla velocità di elaborazione, è un ottimo predittore del QI (Rose et al., 2005).

1.4 Paradigmi e metodi utilizzati per valutarla

Lo studio della memoria nei primi anni e soprattutto nei primi mesi di vita, risente di alcune difficoltà legate al limitato repertorio dei bambini di segni ed azioni, ed ancor di più all'assenza del linguaggio. Per ovviare alle carenze comunicative in questa fascia d'età sono stati elaborati dei paradigmi sperimentali, alcuni utilizzati anche nello studio della percezione infantile, che impiegano particolari metodi.

1.4.1 Riconoscimento visivo: preferenza visiva e abitudine

Fantz (1958) ha sviluppato una procedura per studiare la percezione neonatale che prevedeva due differenti protocolli che andavano a definire due paradigmi: preferenza

visiva e abitudine. Questi possono essere utilizzati anche per lo studio della memoria, con qualche accortezza.

Egli aveva osservato che, sottoponendo il neonato preliminarmente ad una breve esposizione allo stimolo di una coppia, il tempo di osservazione della coppia successiva si sarebbe modificato. Ad 8-10 settimane i bambini guardavano più a lungo il soggetto già presentato, come se lo riconoscessero, mentre dopo le 10 settimane di vita osservavano maggiormente quello nuovo (Andreani Dentici, 1999). Nell'utilizzo del paradigma di preferenza visiva per lo studio della memoria viene fatto intercorrere un intervallo di tempo tra la fase di familiarizzazione e quella di test, per poter valutare l'oblio. Questo è direttamente proporzionale all'intervallo di tempo tra le due fasi. Con l'oblio decade la rappresentazione interna che il bambino si è fatto dell'oggetto ed egli è nuovamente attratto dallo stimolo nuovo, al fine di costruirne la sua rappresentazione mentale (D'Alessio & Raffone, 2008; Vianello et al., 2017).

Un altro compito che si avvale della preferenza visiva è quello di rilevazione del cambiamento dei *flussi simultanei*, ideato da Ross-Sheehy, Oakes e Luck nel 2003. Il lattante viene posto di fronte a due flussi di stimoli sui due lati dello schermo. Alcuni elementi appaiono, scompaiono e riappaiono ripetutamente. Un elemento selezionato casualmente cambia ad ogni ciclo, ad esempio nel colore, ad ogni riapparizione. I bambini mostreranno una preferenza per questi flussi mutevoli piuttosto che per quelli che non mutano, in cui gli elementi rimangono gli stessi da un ciclo all'altro. Questo compito è stato progettato per studiare la memoria visiva a breve termine, isolandola dalla memoria iconica e dalla memoria visiva a lungo termine. Questo si è reso possibile grazie ad alcune caratteristiche del compito per cui: gli elementi sono disponibili solo per breve tempo (500 ms) richiedendo una rapida codifica, ed i periodi di ritenzione sono brevi (250/300 ms), riducendo l'influenza della memoria a lungo termine e minimizzando i contributi della memoria iconica (Kwon, Luck, & Oakes, 2014).

Per quel che concerne l'abitudine, è possibile definirla come il decremento della risposta allo stimolo precedente. Questo paradigma si fonda sulla naturale predisposizione del lattante a preferire stimoli nuovi rispetto a stimoli resi familiari. Il bambino costruisce una rappresentazione interna dello stimolo proposto e, quando gli viene sottoposto quello nuovo, la durata dell'attenzione, oggettivata dallo sguardo, sarà proporzionale alla discrepanza tra lo stimolo presentato e il suo engramma (rappresentazione interna). La rappresentazione mentale verrà arricchita fino a diventare sovrapponibile allo stimolo stesso. Se vi sarà corrispondenza tra i due, il bambino

smetterà di guardare. Ritroverà interesse quando la traccia sarà sparita e lo stimolo gli apparirà come nuovo. Il paradigma prevede quattro fasi: presentazioni di abituação, risposta sempre più bassa al vecchio stimolo, intervallo (*delay*) e presentazione post-abituazione (*test*) in cui il bambino porta attenzione al vecchio stimolo. La durata dell'intervallo è considerata la misura dell'estensione della memoria (*memory span*). Ad esempio, in uno studio longitudinale del 1991 condotto da Cornoldi sullo sviluppo della memoria di lavoro in bambini tra i 5 e i 7 anni, è riportato che lo *span* medio di memoria visiva a breve termine è 2,73 a 5 anni di età, 4,24 a 6 anni e 4,51 a 7 anni (Andreani Dentici, 1999).

Una variante del metodo dell'abituação è la comparazione a coppie. Una volta che, presentato lo stimolo l'interesse del bambino cala, in una seduta successiva questo viene presentato insieme ad un nuovo stimolo, mai visto prima, che verrà guardato in modo più insistente. Si deduce che l'altro stimolo è stato riconosciuto, poiché il bambino ne conserva un ricordo in memoria a lungo termine (Roncato & Zucco, 1993).

1.4.2 Metodi utilizzati

I metodi utilizzati per valutare la memoria nella prima infanzia sono principalmente due: uso dell'eye-tracker o utilizzo della telecamera.

L'eye-tracker è un dispositivo che monitora i movimenti oculari, al fine di determinare dove il soggetto direziona lo sguardo, cosa sta guardando e per quanto tempo.

La videoregistrazione tramite telecamera invece riprende il viso del bambino. Grazie al filmato il ricercatore provvederà alla codifica manuale del numero di movimenti saccadici, del numero e del tempo di fissazione del singolo stimolo.

I movimenti saccadici sono dei movimenti oculari spontanei, messi in atto per portare la fovea a coincidere con la zona di interesse nella scena che si sta osservando. Le saccadi sono movimenti molto rapidi. In media in un adulto una saccade viene prodotta ogni 250-300 millisecondi e la sua durata è di circa 50 millisecondi (Dell'Acqua & Turatto, 2011). In un lattante è molto più lenta, la sua durata è di 500 millisecondi e decresce all'aumentare dell'età, fino ad arrivare alle tempistiche degli adulti (Aslin & Salapatek, 1975).

Il tempo di fissazione consiste nella misurazione del tempo in cui lo sguardo del bambino è concentrato sullo stimolo presentato durante la prova ed è utilizzato come indice del decremento e del recupero dell'attenzione (Valenza, Gava, & Dondi, 2017).

1.4.3 Condizionamento operante: ritmo di suzione e paradigma della giostrina o del trenino

Il condizionamento operante è stato a lungo impiegato nello studio della memoria dei neonati.

Il paradigma prevede che un comportamento del bambino (risposta target) sia seguito da uno stimolo piacevole (rinforzo). La ripetuta associazione tra la risposta del bambino ed il rinforzo porta ad una più frequente manifestazione di quel dato comportamento, come frutto del condizionamento (D'Alessio & Raffone, 2008; Vianello, et al., 2017).

L'attività di suzione è caratterizzata da sequenze di movimenti e pause che seguono una certa regolarità. La suzione non alimentare ad ampiezza elevata porta una pressione sul succhiotto, registrata da appositi apparecchi e che può attivare dispositivi che producono stimoli visivi (ad es. proiezione di diapositive), in funzione della pressione esercitata. Con questa tecnica è stato ad esempio possibile verificare che già dalle prime settimane di vita, i neonati sono interessati ed alla ricerca di stimoli visivi nitidi e a fuoco. Sottoposti a diapositive sfocate essi incrementano la suzione fino a mettere a fuoco l'immagine, attraverso l'azione di un otturatore (Anolli, 1999).

Il paradigma del rinforzo associato alla giostrina (Rovee & Rovee, 1969) viene utilizzato per lo studio della memoria dai 2 ai 6 mesi di vita. Il bambino è nella culla con una giostrina mobile al di sopra di essa. Inizialmente la giostrina è collegata al suo piede per mezzo di un nastro (*training*), fino a che il bambino non apprende che muovendo il piede egli produce un movimento della giostrina. Memorizzato questo schema di azione, il bambino lo ripeterà anche in assenza del nastro (*test*). Al fine di studiare la memoria tra la fase di *training* e quella di *test* intercorrerà un intervallo di tempo più o meno lungo, al termine del quale laddove vi sia ricordo da parte del bambino, egli scalcerà alla vista della giostrina.

Sulla base di questo paradigma dai 6 ai 18 mesi di età, viene utilizzato il gioco del trenino. Nella fase di *training* al movimento di una leva da parte del bambino viene associato lo spostamento del trenino, mentre nella fase di *test* questo non si verifica. Laddove vi sia ricordo dell'esperienza il bambino continuerà a muovere la leva anche quando questa non sarà più collegata al trenino.

In entrambe le modalità è previsto l'alternarsi di tre momenti: senza rinforzo, con rinforzo e nuovamente senza rinforzo.

Il paradigma dell'imitazione differita è utilizzato in bambini da 1 ai 3 anni. Questo

concetto fu introdotto da Piaget (1936), ma i primi studi sistematici risalgono agli anni tra il 1980 e il 1990 (Meltzoff, 1985). In questo compito viene valutata la capacità del bambino di riprodurre una o più azioni in sequenza prodotte dallo sperimentatore dopo un intervallo di tempo variabile da ore a mesi (Vianello et al., 2017).

CAPITOLO II

Sviluppo della memoria visiva nei nati pretermine

Secondo l'organizzazione mondiale della sanità (2016) un bambino che nasce prima delle 37 settimane di gestazione è considerato prematuro. I nati prematuri vengono divisi in tre categorie secondo l'età gestazionale ed il peso alla nascita:

- Pretermine estremi (<28 settimane e peso <1000 g)
- Molto prematuri (da 28 a <32 settimane e peso <1500 g)
- Pretermine moderati (da 32 a <37 settimane e peso <2500 g).

La maggioranza degli studi sulle conseguenze della prematurità si concentra sulle prime due categorie (estremi e molto prematuri), utilizzando come gruppo di controllo i bambini nati a termine.

Nei paesi sviluppati la prematurità è uno dei problemi di salute più diffusi durante l'infanzia ed è considerata uno dei fattori di rischio di disabilità, con conseguenze significative a livello familiare e sociale. L'aumento delle nascite premature è associato alla crescita dei trattamenti per la fertilità e all'età avanzata delle madri, insieme agli alti livelli di stress a cui sono sottoposte. L'imaturità dei sistemi biologici e morfologici, insieme alle caratteristiche funzionali del bambino prematuro, rendono più probabile che esso presenti complicazioni nello sviluppo cognitivo a breve, medio e lungo termine (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Negli ultimi decenni le migliorie delle cure intensive neonatali hanno fatto registrare una notevole diminuzione della mortalità e morbidità infantile, anche nei neonati con un'età gestazionale inferiore alle 32 settimane, lasciando però presagire un incremento dei possibili deficit cognitivi durante l'infanzia. È cresciuto così l'interesse per l'osservazione e la valutazione delle loro capacità funzionali (Valenza et al., 2017).

2.1 Prematurità come fattore di rischio per alterazioni neuropsichiche

Molti dati in letteratura evidenziano che, anche in assenza di danni neurologici, i bambini prematuri possono avere nel corso dello sviluppo diverse difficoltà a carico di differenti processi cognitivi come attenzione, abilità visuo-percettive e visuo-motorie, linguaggio, memoria di lavoro e funzioni esecutive, precursori dell'apprendimento (Valenza et al., 2017).

Disturbi specifici dell'apprendimento sembrano essere conseguenze comuni della nascita prematura (Valenza et al., 2017). Si possono perciò considerare i nati pretermine come una popolazione a rischio di deficit nello sviluppo di differenti aree neuropsichiche (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Già nel 1978 Werner e Siqueland evidenziavano nel loro studio, *Visual recognition memory in the preterm infant*, che i neonati pretermine costituiscono un gruppo a rischio di compromissione dello sviluppo intellettuale e delle capacità di memoria di riconoscimento visivo.

La letteratura recente riporta che i bambini del gruppo 'pretermine estremo' e quelli 'molto prematuri' mostrano maggiori ritardi nello sviluppo neuro-cognitivo, tra cui:

- un quoziente intellettuale più basso
- maggior rischio di disabilità come un ritardo mentale moderato o paralisi cerebrale,
- ritardo motorio e problemi visivi.

Sono frequentemente riportati anche problemi scolastici, associati a ritardi neuromotori, cognitivi e linguistici (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Nel caso dei bambini 'molto prematuri' e 'moderati' con peso <2500 g, possono verificarsi spesso, tra i 3 e gli 8 anni di età, problemi neuropsicologici e neurosensoriali che vanno ad influenzarne l'apprendimento, con deficit nella comprensione verbale, nel ragionamento percettivo e nella velocità di elaborazione. In ambito comportamentale questi bambini mostrano maggiore iperattività, problemi psicomotori, minore attenzione, difficoltà di apprendimento, comportamenti atipici e problemi di esternalizzazione. In età scolare è presente un funzionamento esecutivo⁴ più povero, in particolare per quel che riguarda l'inibizione, la memoria di lavoro, l'attenzione selettiva e sostenuta (Garcia-Bermudez et al., 2019).

2.2 Prematurità e anomalie delle strutture cerebrali

La ricerca suggerisce che fino al 50% dei neonati prematuri con basso peso alla nascita mostrano un danno diffuso della materia bianca visibile attraverso risonanza magnetica

⁴ Per funzioni esecutive (FE) si intendono le abilità cognitive necessarie per programmare, mettere in atto e portare a termine con successo comportamenti finalizzati a uno scopo, attraverso un insieme di azioni coordinate e strategiche (Welsh, Pennington, & Groisser, 1991); più genericamente potremmo definirle come dei processi psicologici coinvolti nel controllo cognitivo (Lucangeli & Vicari, 2019).

(magnetic resonance imaging, MRI)⁵. Sia il danno focale che quello diffuso nei neonati pretermine è associato ad una riduzione della materia bianca e grigia in adolescenti nati ‘pretermine estremo’ e negli adulti nati con basso peso alla nascita. La prematurità è associata a una riduzione della materia bianca e grigia anche laddove non siano evidenti danni cerebrali (Jongbloed-Pereboom, Janssen, Steenbergen, & Nijhuis-van der Sanden, 2012).

Tokariev et al. nel 2019 realizzarono uno studio volto ad indagare le risposte cerebrali alterate legate alla memoria di lavoro, reclutando dei bambini di 7,5 anni nati estremamente prematuri (<28 settimane di gestazione), ed utilizzando come gruppo di controllo dei bambini di età e sesso corrispondenti nati a termine. Per valutare le alterazioni strutturali e funzionali nelle aree coinvolte nella memoria di lavoro sono state utilizzate: la risonanza magnetica funzionale (functional magnetic resonance imaging, fMRI)⁶, durante dei compiti di memoria di lavoro per studiare l’attivazione cerebrale, e la visualizzazione con tensore di diffusione (diffusion tensor imaging, DTI)⁷, che è stata d’aiuto per analizzare la microstruttura della materia bianca.

Dallo studio con fMRI attraverso compiti visuo-spaziali n-back, in cui viene richiesta attenzione selettiva, mantenimento e manipolazione delle informazioni, è emerso che i bambini nati pretermine eseguivano i compiti di ML in modo meno accurato, con una ridotta attivazione in diverse aree prefrontali destre e del lobo temporale destro, rispetto al gruppo di controllo. L’attivazione prefrontale più debole è dovuta all’alterata microstruttura della materia bianca e correla con prestazioni di ML più scadenti. (Tokariev et al., 2019).

Studi specifici che indagano attraverso la MRI la memoria di lavoro visiva nei bambini pretermine, evidenziano una correlazione tra le scarse prestazioni in quest’ambito ed anche una riduzione del volume dell’ippocampo (Jongbloed-Pereboom et al., 2012).

⁵ Tecnica di scansione cerebrale che utilizza un campo magnetico per descrivere minutamente le parti del cervello. Fornisce un’immagine tridimensionale dettagliata creata dal computer sia delle strutture anatomiche che dell’attività cerebrale (Feldman, Amoretti, & Ciceri, 2017).

⁶ Tecnica non invasiva di visualizzazione funzionale del cervello, in cui vengono registrate le modificazioni del flusso ematico regionale e del metabolismo del cervello così da rilevare le regioni del cervello più attive durante differenti compiti (Bear, Connors, & Paradiso, 2017).

⁷ Applicazione della RM che analizza la diffusione dell’acqua all’interno dei tessuti in vivo del cervello, consente ad esempio l’osservazione di grandi fasci di assoni all’interno del cervello. È utile per lo studio dell’architettura microstrutturale cerebrale sia in condizioni fisiologiche che patologiche (Bear, Connors, & Paradiso, 2017).

CAPITOLO III

Alterazioni della memoria di lavoro nei nati prematuri

I bambini nati pretermine ed anche quelli con basso peso alla nascita sembrano essere a rischio di prestazioni peggiori in una varietà di compiti di memoria di lavoro visiva. Spesso i disturbi cognitivi di questi bambini possono passare inosservati durante i primi anni di vita e divenire evidenti solo quando iniziano a frequentare la scuola. Essendo la ML essenziale per la pianificazione, il processo decisionale e l'apprendimento, ed essendo un predittore per i risultati accademici nei bambini sani, la disfunzione della ML nei nati pretermine può mediare il deterioramento delle prestazioni accademiche in questi soggetti nella prima età scolare, esacerbandosi nel corso dell'adolescenza, a causa della crescente difficoltà dei compiti assegnati a scuola (Jongbloed-Pereboom et al., 2012).

3.1 Deviazioni dallo sviluppo tipico della ML nel trattamento di stimoli bisensoriali

Rose et al. in uno studio del 1979, indagarono gli effetti dell'esplorazione aptica sulla memoria di riconoscimento visivo, confrontando neonati nati a termine e pretermine, tra i 6 e i 12 mesi di età, attraverso il paradigma del confronto a coppie. Per esplorazione aptica si intende la scoperta dell'oggetto dal punto di vista tattile, attraverso la sua manipolazione. Questo studio vaglia l'ipotesi che avendo a disposizione un input bisensoriale (tattile e visivo) il bambino integri le informazioni, migliorando così la conoscenza visiva della forma dell'oggetto.

I 72 lattanti partecipanti allo studio sono stati suddivisi in 4 gruppi da 18 soggetti ciascuno così organizzati: nati a termine di 6 mesi di età (11 femmine e 7 maschi), nati a termine di 12 mesi di età (9 femmine e 9 maschi), nati prematuri di 6 mesi di età (12 femmine e 6 maschi), nati prematuri di 12 mesi di età (10 femmine e 8 maschi).

Il disegno dello studio prevedeva che ogni bambino venisse testato in ogni condizione, tenendo così in considerazione la variabilità all'interno dei singoli gruppi per le possibili differenze esistenti tra i soggetti. Ad ogni bambino veniva perciò somministrata una prova per ciascuna delle 4 condizioni che erano:

- *Visiva*: l'oggetto veniva mostrato al lattante ed era possibile da parte sua la sola ispezione visiva.

- *Visiva/Aptica*: l'oggetto veniva dato al bambino offrendogli la possibilità di manipolarlo ed osservarlo.
- *Controllo Visivo/Aptico*: l'oggetto era chiuso in una scatola trasparente; il bambino poteva manipolare la scatola e vedere l'oggetto, ma non era possibile per lui toccarlo. Questa condizione era utile a mettere in luce se la performance fosse o meno influenzata dall'atto stesso della manipolazione dell'oggetto.
- *Controllo Visivo*: l'oggetto è stato ispezionato solo visivamente mentre era nella scatola trasparente, valutando così se l'inscatolamento interferisca con la performance.

Per lo studio sono stati utilizzati 4 set di 3 oggetti ciascuno. Ogni set era di colore differente (rosso, giallo, arancione, rosa) e gli oggetti di ogni singolo set differivano per forma, avendo però dimensioni simili.

In ogni condizione era prevista una fase di familiarizzazione: in quella *Visiva* e di *Controllo Visivo* un oggetto del set di stimoli veniva posto su un vassoio e spostato lentamente fuori dalla portata del bambino, mentre in quella *Visiva/Aptica* e di *Controllo Visivo/Aptico* il vassoio con lo stimolo era a portata di mano del bambino. Dopo la familiarizzazione lo stimolo veniva rimosso per essere poi riproposto in coppia con uno stimolo nuovo.

Dagli esiti dello studio emerge che i nati prematuri hanno mostrato dei ritardi nello sviluppo, sia nella capacità di elaborare informazioni visive, che nell'abilità di trattare simultaneamente stimoli tattili e visivi. Inoltre le attività di manipolazione dell'oggetto stimolo hanno interagito negativamente con la performance dei bambini nati pretermine. Perciò, non solo l'input bisensoriale non migliora attraverso la manipolazione, la conoscenza visiva della forma, ma provoca un'interferenza nel consolidamento delle informazioni relative all'oggetto, influenzando negativamente sulla memoria di riconoscimento visivo di questa popolazione clinica. Le prestazioni dei nati prematuri a 12 mesi erano paragonabili a quelle dei bambini nati a termine a 6 mesi.

Risulta chiaro infine che alcune differenze sensoriali e cognitive tra bambini nati a termine e pretermine possono perciò essere rilevate già entro l'anno di età, con l'utilizzo di misure appropriate (Rose, Gottfried, & Bridger, 1979), date le caratteristiche peculiari del neonato prematuro rispetto a quello a termine, sia per quel che concerne le aree neurologiche e comportamentali, che per le funzionalità del neonato influenzate da questi aspetti. Ad esempio, i neonati pretermine hanno sovente difficoltà a passare in uno stato di veglia vigile, restando così in una fase di attivazione e rigidità ipertonica.

Due degli strumenti di misurazione e valutazione neurocomportamentali specifici per bambini nati prematuri sono la NBAS-K (*Neonatal Behavioral Assessment Scale, Kansas Version*, 1978) e la APIB (*Assessment of Premature Infants' Behavior*, 1982). La prima è una nuova versione della scala NBAS (*Neonatal Behavioral Assessment Scale*, Brazelton, 1973) che consentiva una descrizione del comportamento neonatale, includendo sia competenze e risorse che difficoltà e deviazioni dalla norma; mentre la seconda è una scala di valutazione completa dello sviluppo neuro-comportamentale dalla nascita ad un mese dopo la data presunta del parto (Valenza et al., 2017).

3.2 Differenze negli esiti di sviluppo della ML visuo-spaziale

In uno studio di Rose et al. del 2005 (Rose et al., 2005) viene esplorata la dimensionalità della cognizione infantile all'età di 7 mesi, intesa come la struttura dei fattori coinvolti nella cognizione, per meglio comprendere se questa si possa definire come un unico costrutto e perciò unitaria, oppure se si caratterizzi come multidimensionale. Vengono presi in considerazione 4 domini (memoria, velocità di elaborazione, attenzione e competenza rappresentazionale⁸), che compaiono in prevalenza nei modelli di cognizione infantile. Da ogni dominio verranno tratte misure multiple, ottenute da una batteria di compiti somministrati in due sessioni.

Le differenze individuali che emergono in questi domini fondano le relazioni predittive tra la cognizione infantile ed il QI e il linguaggio successivo.

I risultati indicano che la cognizione infantile si caratterizza come multidimensionale; a 7 mesi di età, e forse anche prima, sono già presenti capacità cognitive diversificate, simili a quelle ritrovate in età più avanzata, in particolare la memoria e la velocità.

Emerge anche che le correlazioni tra le misure cognitive non differiscono tra nati pretermine e a termine (Rose et al., 2005). Viene così sottolineato che la struttura della cognizione è simile in ambo le categorie, indipendentemente dallo stato di nascita. Le principali differenze legate alla nascita pretermine dei soggetti non riguardano perciò l'organizzazione della cognizione ma sono emerse invece nel livello di performance (Rose, Feldman, & Jankowski, 2004).

Già Fagan nel 1971, in uno studio sulla memoria di riconoscimento nel neonato pretermine, sottolineava che i neonati a termine dimostrano una preferenza spiccata per

⁸ Capacità di estrarre informazioni comuni da istanze concrete, rappresentandole in qualche forma astratta o simbolica (Rose et al., 2005).

la novità dello stimolo già a 11 settimane di età, mentre i neonati pretermine mostrano questa preferenza fino ad un mese dopo, con un certo ritardo (Werner & Siqueland, 1978).

In un recente studio in cui si confrontano esiti di sviluppo di bambini a termine e nati prematuri, nell'esecuzione di compiti visuo-spaziali n-back di ML, i bambini prematuri lavorano in modo meno accurato, commettendo più errori rispetto ai bambini a termine, svolgendo la prova più velocemente. Profondamente differente è l'attivazione di alcune aree cerebrali, sensibilmente inferiore in diverse aree corticali prefrontali, legate alla ML. Questo suggerisce che la ML visuo-spaziale sia meno sviluppata rispetto ai nati a termine, appartenenti al gruppo di controllo (Tokariiev et al., 2019).

CAPITOLO IV

Potenziamento della memoria visiva nei nati prematuri

Considerata l'importanza dello sviluppo della memoria visiva nel percorso di crescita dell'individuo e delle sue numerose ricadute sugli esiti di sviluppo in altri ambiti, tra cui i risultati accademici, analizzeremo due differenti programmi di intervento per il potenziamento della memoria visiva ideati per i bambini nati prematuri. Descriveremo gli studi in cui sono stati testati nei prossimi paragrafi.

In prima istanza considereremo un programma di allenamento della memoria di lavoro da svolgere al computer, pensato per bambini in età prescolare (Grunewaldt, Lohaugen, Austeng, Brubakk, & Skranes, 2013); ed in seconda battuta un programma di stimolazione per le funzioni esecutive, chiamato PEFEN (Cruz-Quintana et al., 2014), utilizzato nello studio preso in analisi su bambini di 4 e 5 anni (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Le strategie di intervento proposte mirano a minimizzare l'impatto cognitivo a lungo termine della prematurità, prevenendo i possibili deficit in questa popolazione a rischio.

4.1 Allenamento della memoria di lavoro

A questo primo studio (Grunewaldt et al., 2013) hanno partecipato 20 bambini in età prescolare (dai 5 ai 6 anni, età media dei partecipanti 5,8 anni) nati prematuri con basso peso alla nascita. Il peso medio dei partecipanti era di 1099 g e l'età gestazionale media di 28,8 settimane.

I partecipanti sono stati assegnati in maniera casuale a due gruppi senza caratteristiche cliniche differenti. Entrambi i gruppi sono stati sottoposti a test cognitivi e neuropsicologici prima dell'inizio del trattamento. In seguito il gruppo 1 ha iniziato il programma di allenamento, mentre i partecipanti del gruppo 2 hanno atteso. Un mese dopo l'ultimazione del periodo di allenamento del gruppo 1, entrambi i gruppi sono stati ritestati. Infine il gruppo 2 ha poi iniziato l'allenamento della memoria di lavoro, al termine del quale, passato un mese, è stato ritestato. Dato il campione non molto numeroso l'allenamento è stato proposto anche al gruppo 2 con uno scarto temporale di 9 settimane, per poter utilizzare i dati del gruppo 2 in fase T2 come controllo

dell'allenamento del gruppo 1, ed in ultima istanza, in fase T3, per poter esaminare gli effetti dell'allenamento sull'intero campione (Figura 3). Gli esiti dell'allenamento sono stati esaminati però anche in analisi di gruppo separate: da T1 a T2 per il gruppo 1 e da T2 a T3 per il gruppo 2. Non è stato incluso un gruppo di controllo nato a termine in questo studio, poiché diversi studi precedenti confermano l'effetto positivo dell'allenamento della memoria di lavoro in differenti casi clinici.

I bambini hanno svolto il *training* per la memoria di lavoro grazie al programma computerizzato 'Cogmed JM', per 10-15 minuti al giorno, per 5 giorni la settimana, per un periodo continuativo di 5 settimane. Successivamente al *training*, prima di essere ritestati i bambini hanno avuto 4 settimane di *treatment as usual*, in cui cioè svolgevano la loro routine abituale con la famiglia.

Diversi studi hanno dimostrato che questo programma, in una versione dedicata (Cogmed RM), migliora le abilità della memoria di lavoro in bambini con disturbi di attenzione e iperattività (ADHD) ed in bambini con lesioni traumatiche o trattati con chemioterapia a causa di leucemia.

Le famiglie, seguendo le istruzioni per scaricare il software, hanno partecipato ad un momento di formazione, per facilitare la fruizione del trattamento.

Il livello di difficoltà del *training* veniva modulato dal software, in base alle prestazioni del bambino; cosicché gli esercizi crescessero di difficoltà mano a mano che le abilità del bambino miglioravano. Una volta alla settimana la famiglia aveva un momento di confronto con il ricercatore, che dava loro dei consigli sulla base dei risultati della settimana.

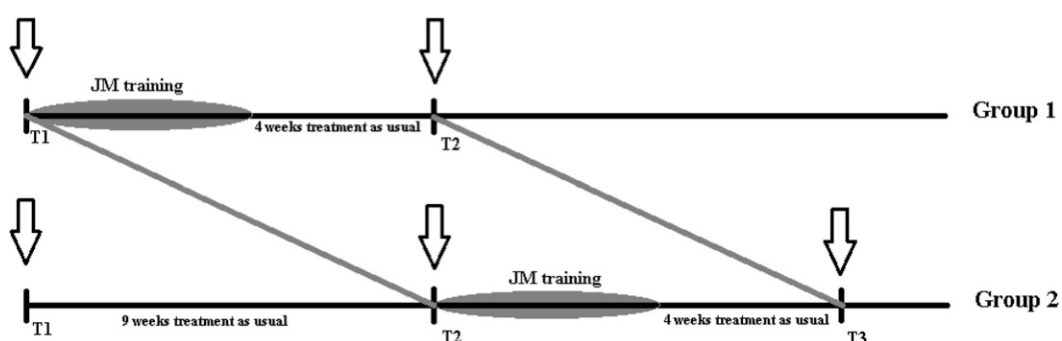


Figura 3: Disegno a cuneo a gradini. La popolazione dello studio è stata divisa in 2 gruppi. La figura illustra i punti temporali dei test (freccette bianche) e dell'allenamento nei 2 gruppi. I risultati dei test pre e post allenamento in entrambi i gruppi combinati sono stati confrontati per indagare eventuali effetti dell'allenamento nell'intero campione (Grunewaldt et al., 2013).

Prima dell'intervento e a 4 settimane dalla fine dello stesso, sono stati somministrati dei questionari ai genitori, riguardanti il comportamento (*ADHD rating scale-IV* per iperattività e disattenzione) e l'ansia (*Preschool anxiety scale*), oltre ad una valutazione neuropsicologica approfondita fatta ai bambini. A questo proposito per valutare la capacità cognitiva generale del campione è stata utilizzata la *Wechsler Preschool and primary scale of intelligence* terza edizione (WPPSI-III), mentre gli effetti dell'allenamento sui compiti di memoria sono stati valutati con dei test di memoria di lavoro verbale (*digit-span*) e visiva (*spatial span board task*). Il *digit-span* viene utilizzato per misurare lo span soggettivo di cifre, inteso come il numero di etichette verbali che il soggetto riesce a ricordare e ripetere in sequenza. È composto da due differenti test: il *digit forward*, in cui il soggetto deve ripetere delle sequenze di numeri proposte, ed il *digit backward*, in cui viene richiesta la ripetizione delle cifre in ordine inverso. Si parte da una sequenza di 3 numeri, che viene aumentata di un'unità ogni volta che il soggetto riesce nella prova. Questa si considera conclusa nel momento in cui il soggetto compie due errori consecutivi, per poi passare all'esecuzione della ripetizione a ritroso. Lo *spatial span* è una prova analoga al *digit span*, destinata però all'esame della memoria di lavoro visiva. Si propone al soggetto una tavola di legno con distribuiti irregolarmente 9 cubi numerati dal lato dell'esaminatore. Quest'ultimo toccherà, con sequenze di lunghezza crescente, i cubi in un determinato ordine, ed al termine di ogni sequenza il soggetto dovrà ripetere la medesima sequenza toccando i cubi. Il punteggio ottenuto corrisponde alla sequenza più lunga che il soggetto riesce a replicare correttamente (Roncato & Zucco, 1993).

Gli effetti di generalizzazione dei risultati in altri ambiti quali attenzione, linguaggio, apprendimento e memoria, sono stati valutati con un subtest della batteria NEPSY.

In seguito all'addestramento, per quello che concerne la memoria di lavoro, i bambini sono migliorati significativamente in entrambi i gruppi. Il miglioramento è stato calcolato attraverso un indice fornito da Cogmed. L'indice di partenza si basa sulla media delle prestazioni nei giorni 2 e 3 di 4 compiti del programma, mentre l'indice massimo viene calcolato sulla media delle 2 migliori prove eseguite nel corso dell'allenamento. L'indice di miglioramento medio viene invece calcolato sottraendo l'indice di partenza all'indice massimo. L'indice medio di partenza era 42,1 (SD 6,3) e l'indice massimo medio era 60,6 (SD 5,7). L'indice di miglioramento medio è stato di 18,4 (*range* 8-30).

Per quel che riguarda i compiti di memoria non allenati il 75% dei bambini ha mostrato un miglioramento nei compiti di memoria di lavoro visiva (*spatial span*), ma non in quella verbale (*digit-span*) (Tabella 1).

	Preallenamento Media (SD) <i>n</i> = 20	Postformazione Media (SD) <i>n</i> = 20	Dimensione dell'effetto, <i>h</i> ²	95% CI della differenza	<i>P</i>	Bambini con miglioramento, %
Portata spaziale	4.2 (1.6)	4.7 (2.3)	0.05	(21,7 a 0,6)	.27	55
Avanti						
Indietro	2.3 (1.6)	3.6 (2.2)	0.34	(22,2 a 20,4)	.01	70
Totale	6.4 (3.0)	8.3 (4.2)	0.20	(23,7 a 20,1)	.03	75
Cifra span						
Avanti	5.5 (1.5)	5.5 (1.5)	0.001	(20,6 a 0,5)	.93	40
Indietro	1.25 (1.4)	1.7 (1.1)	0.13	(20,9 a 0,1)	.10	35

Wilcoxon ha firmato il test per 2 campioni correlati.
grado

Tabella 1: Effetti dell'allenamento su compiti di memoria di lavoro visiva e verbale non allenati (Grunewaldt et al., 2013).

Un miglioramento è anche emerso nei compiti di attenzione ed in quelli riguardanti le funzioni esecutive. È stato riscontrato un miglioramento anche in compiti riguardanti la memoria visiva per i volti, così come la memoria narrativa e l'apprendimento (Tabella 2).

	Preallenamento Media (SD) <i>n</i> = 20	Postformazione Media (SD) <i>n</i> = 20	Dimensione dell'effetto, <i>h</i> ²	95% CI	<i>P</i>	Bambini con miglioramento, %
Tempo totale di attenzione visiva	233.5 (41.0)	212.6 (44.3)	0.16	(22,0 a 43,8)	.12	30
Attenzione uditiva e set di risposta	49.6 (28.8)	58.2 (30.4)	0.26	(215,5 a 21,6)	.01	75
Elaborazione fonologica	9.3 (5.5)	12.6 (4.7)	0.42	(25,2 a 21,4)	.00	80
Comprensione delle istruzioni	17.3 (2.8)	18.4 (2.8)	0.12	(22,4 a 0,3)	.11	60
Ripetizione di parole senza senso	28.9 (8.1)	34.5 (10.7)	0.25	(210,4 a 20,9)	.02	70
Memoria per i volti	20.0 (6.2)	24.9 (5.7)	0.49	(27,4 a 22,5)	.00	80
Memoria narrativa	12.9 (5.0)	17.5 (5.9)	0.43	(27,1 a 22,0)	.00	75
Ripetizione della frase	15.7 (4.3)	17.7 (4.1)	0.35	(23,3 a 20,7)	.01	75

Test di rango firmato Wilcoxon per 2 campioni correlati.

Tabella 2: Effetti dell'allenamento sui compiti di attenzione e di linguaggio della NEPSY (Grunewaldt et al., 2013).

Questi risultati supportano l'ipotesi che l'allenamento prescolare nei bambini nati pretermine possa avere un effetto positivo sulle successive capacità accademiche e un'influenza sul futuro rendimento scolastico di questa popolazione clinica. Può perciò essere un intervento efficace da prendere in considerazione per i bambini nati prematuri prima che inizino a frequentare la scuola primaria, così da prevenire o ridurre i problemi

cognitivi che potrebbero impattare sul loro percorso scolastico e probabilmente anche sulla loro funzione sociale.

Sarebbero però necessari studi con un campione più ampio, rispetto a quello di questo studio, per poter avere conferma dei risultati (Grunewaldt et al., 2013) e varrebbe la pena poter valutare la durata degli effetti dell'allenamento nel tempo, per verificare se a distanza di mesi i miglioramenti siano stabili o se vi sia stata una regressione al livello precedente.

4.2 Programma di intervento neuropsicologico PEFEN

A questo secondo studio hanno partecipato 68 bambini (30 maschi e 38 femmine) nati tra la 32esima e la 37esima settimana di gestazione (pretermine moderati) e con un peso alla nascita compreso tra 1500 e 2499 g, senza gravi patologie croniche o disabilità mentale, sensoriale e/o motoria.

I bambini sono stati divisi e assegnati a due gruppi:

- Quelli del gruppo NIG (36 bambini di cui 13 maschi e 23 femmine) hanno ricevuto l'intervento neuropsicologico con il programma PEFEN,
- Quelli del gruppo CIG (32 bambini di cui 17 maschi e 15 femmine) hanno ricevuto un intervento curricolare generale.

L'assegnazione casuale ai due differenti gruppi è avvenuta attraverso la scelta, da parte dei genitori, della fascia oraria per effettuare l'intervento. I genitori erano ignari del fatto che questa decisione comportasse l'inserimento in un gruppo piuttosto che nell'altro.

La valutazione utile a verificare l'efficacia del programma di intervento è stata effettuata pre e post *training*, attraverso la batteria per la valutazione neuropsicologica computerizzata dei bambini denominata BENCI (Cruz-Quintana, Perez-Garcia, Roldan-Vilchez, Fernandez-Lopez, & Perez-Marfil, 2013). Questa batteria di test offre un quadro generale del funzionamento dei domini neuropsicologici di base: velocità di elaborazione, coordinazione visuo-motoria, attenzione, linguaggio, memoria e funzioni esecutive. Comprende 17 test che necessitano di 60/70 minuti per il loro completamento a computer, con una possibile pausa di 10 minuti. Risulta piuttosto divertente per i bambini ed è di facile esecuzione. Nel presente studio sono stati inclusi i test relativi a: comprensione delle figure, comprensione delle immagini, esecuzione continua, fluidità fonetica, fluidità semantica, memoria di lavoro, memoria verbale, memoria visiva e ragionamento astratto.

Per quel che concerne la memoria di lavoro la prova consisteva nell'ascolto di sequenze di numeri e colori misti e nella successiva ripetizione dei numeri in ordine crescente, seguiti dai colori o viceversa.

Per il test di memoria visiva invece venivano mostrate delle immagini di oggetti comuni ed il bambino doveva enunciare ad alta voce tutti gli oggetti che ricordava. Le risposte venivano testate sia per il richiamo immediato, che per quello ritardato.

Oltre alla batteria BENCI è stato utilizzato anche un questionario di maturità neuropsicologica infantile chiamato CUMANIN (Portellano, Mateos, & Martinez, 2000), utile a valutare differenti ed importanti aree, al fine di individuare eventuali difficoltà di sviluppo prima dell'inizio della scuola. Le aree indagate sono: psicomotricità, articolazione del linguaggio, espressione del linguaggio, comprensione del linguaggio, strutturazione spaziale, visuo-percezione, memoria iconica e ritmo.

Infine ai genitori è stata somministrata la scala BRIEF-P (Gioia, Isquith, & Guy, 2000) composta da 63 item al fine di valutare le funzioni esecutive nei comportamenti osservabili nei bambini in età prescolare (dai 2 ai 5 anni). Le abilità esecutive considerate sono: inibizione comportamentale, flessibilità nel passare da un compito ad un altro (*shifting*), autoregolazione emotiva, memoria di lavoro, pianificazione dei compiti e coerenza intese come difficoltà ad anticipare eventi o conseguenze future.

4.2.1 Descrizione del programma PEFEN

PEFEN è un programma versatile di stimolazione delle funzioni esecutive per bambini dai 4 ai 6 anni, in questo studio somministrato al gruppo di intervento neuropsicologico (NIG). Si basa su vari modelli neuropsicologici (Shonkoff et al., 2010) e sull'uso di tecniche di Mindfulness. Il termine Mindfulness originariamente nasce dalla traduzione in inglese della parola *sati*, dalla lingua pali, che indica la consapevolezza che si attiva portando l'attenzione allo svolgersi dell'esperienza, momento per momento, nel presente e senza giudizio. Questo stato mentale può essere coltivato e sviluppato attraverso delle tecniche meditative, racchiuse oggi nel protocollo Mindfulness (*Mindfulness-Based Stress Reduction*, MBSR) (Giommi, 2014). L'inclusione di un modulo incentrato sulla Mindfulness è una delle caratteristiche più innovative di questo programma. Nonostante le evidenze scientifiche che suggeriscono un miglioramento del funzionamento esecutivo con l'utilizzo di questa tecnica nell'infanzia (Nadler, Cordy, Stengel, Segal, & Hayden, 2017), moduli di questo tipo non si trovano in altri

programmi, applicati sia a bambini con sviluppo tipico che a popolazioni cliniche con altre problematiche rispetto alla prematurità.

Il programma PEFEN è composto da differenti attività di gruppo introdotte attraverso il gioco o da pratiche Mindfulness adattate ai bambini (Flook et al., 2010). Le aree stimulate coinvolgono la memoria di lavoro, la capacità di inibizione/autocontrollo, la flessibilità, i processi decisionali e l'attenzione. Alcuni compiti, ad esempio, permettono l'analisi costruttiva dell'errore e la produzione di nuove risposte, altri implicano il mantenimento della concentrazione ed un lavoro attivo sulla memoria di lavoro, altri ancora coinvolgono attività creative che portano all'adozione di differenti prospettive a fronte di una situazione presentata. Nello specifico ecco alcuni esempi di attività incluse nel programma, così denominate:

- 'Categorie alternative': l'attività coinvolge la flessibilità, il cambiamento di criteri, allenando memoria di lavoro e attenzione
- 'Mindfulness': attraverso il rilassamento e compiti di attenzione con l'utilizzo di suoni, oggetti e movimenti viene sollecitato l'allenamento dell'attenzione e l'inibizione del comportamento nel momento presente.

La durata del programma è di 3 mesi e la difficoltà è progressiva e passa di mese in mese da bassa, media ad alta.

La frequenza e la durata delle sessioni settimanali sono state riviste e riadattate al tipo di popolazione trattata dallo studio. Erano previste un totale di 12 sessioni a cadenza settimanale di 2 ore e 30 minuti ciascuna. Ogni livello di difficoltà era composto da 4 sessioni.

4.2.2 Descrizione del programma di formazione in competenze curricolari per il gruppo CIG

Il gruppo CIG ha ricevuto una stimolazione differente rispetto al gruppo NIG; il programma era inerente a competenze generali e si è svolto attraverso risorse informatiche e audiovisive, per evitare l'effetto della presenza del terapeuta. Alcuni compiti eseguiti riguardavano ad esempio la colorazione di numeri e lettere o la visione di filmati educativi. Il numero delle sessioni e la loro durata era il medesimo applicato al protocollo di intervento con PEFEN.

Una volta completato lo studio e raccolti i dati anche il gruppo CIG ha ricevuto in aggiunta il programma di stimolazione PEFEN.

4.2.3 Modello dello studio

È stato utilizzato un disegno fattoriale misto con due variabili indipendenti: una legata alla ricezione o meno del programma di stimolazione PEFEN e l'altra legata al tempo di valutazione pre-post trattamento. Le analisi descrittive sono state prodotte con l'utilizzo di medie e deviazioni standard per le variabili quantitative e delle frequenze per le variabili qualitative. Le differenze tra i gruppi sono state prese in analisi con l'impiego del t-test per le variabili quantitative e del test del chi-quadro per le variabili qualitative.

Per valutare l'efficacia del programma PEFEN, le diverse variabili prese in considerazione sono state messe a confronto in base ai punteggi ottenuti nelle batterie BENCI, CUMANIN e BRIEF-P. Per l'analisi è stato utilizzato un modello lineare generale a misure ripetute (2x2), con due differenti livelli per il fattore tra i gruppi, a seconda che i partecipanti appartenessero al gruppo NIG ed avessero seguito il programma PEFEN, o facessero parte del gruppo CIG ed avessero quindi effettuato il programma di abilità curricolari; e due differenti livelli in corrispondenza dei due momenti dedicati alla valutazione (pre e post intervento). Il delta di Cohen è stato scelto come misura della dimensione dell'effetto dei diversi gruppi.

4.2.4 Esiti dello studio

Dall'analisi della batteria BENCI emerge che si sono verificati cambiamenti per effetto del tempo di valutazione trascorso, in entrambi i gruppi pre e post test, con differenze statisticamente significative in 13 delle 15 variabili valutate. Tra queste sono presenti i subtest riguardanti sia la memoria di lavoro che quella visiva immediata, ritardata e di riconoscimento. Da questi risultati emerge che entrambi i gruppi sono migliorati indipendentemente dal programma di intervento assegnato nella maggior parte delle variabili neuropsicologiche (vedi Tabella 3).

Valutando l'interazione tra tempo di valutazione (pre-post intervento) e gruppo, si ha un risultato statisticamente significativo per il subtest di memoria visiva ritardata e marginalmente significativo per la memoria di lavoro. Vi è una dimensione dell'effetto particolarmente rilevante per il gruppo NIG, che va ad indicare un aumento maggiore nei punteggi di questo gruppo post intervento, rispetto al gruppo CIG; sottolineando perciò l'efficacia del programma PEFEN nella stimolazione delle abilità indicate.

Variabili BENCI	Gruppo	Pre		Invia		<i>d</i>		<i>F</i>	<i>p</i>
		M	SD	M	SD				
Comprensione della figura (verbale)	NIG	7.86	1.69	8.53	1.59	0.40	Tempo	8.90	0.004**
	CIG	7.91	1.35	8.69	1.09	0.63	Gruppo	0.15	0.695
							TimeXGroup	0.06	0.814
Comprensione dell'immagine (verbale)	NIG	7.67	2.18	7.89	1.19	0.13	Tempo	6.03	0.017*
	CIG	7.66	0.83	8.62	1.01	1.06	Gruppo	2.15	0.157
							TimeXGroup	2.37	0.129
Esecuzione continua	NIG	60.22	7.53	65.14	5.13	0.77	Tempo	2.55	0.115
	CIG	61.09	9.31	60.75	8.63	0.03	Gruppo	1.89	0.174
							TimeXGroup	3.37	0.071
Esecuzione continua (TR)	NIG	1.03	0.15	0.96	0.29	0.37	Tempo	2.33	0.131
	CIG	0.97	0.12	0.92	0.35	0.23	Gruppo	1.41	0.240
							TimeXGroup	0.09	0.765
fluidità fonetica	NIG	1.31	1.49	3.72	2.06	1.36	Tempo	47.16	< 0.001***
	CIG	1.12	1.38	2.37	1.54	0.85	Gruppo	6.51	0.013*
							TimeXGroup	4.77	0.032*
fluidità semantica	NIG	5.14	2.56	7.72	2.47	1.03	Tempo	30.13	< 0.001***
	CIG	5.44	2.33	6.94	2.17	0.66	Gruppo	0.29	0.589
							TimeXGroup	2.12	0.150
Memoria di lavoro	NIG	4.72	3.13	11.14	6.23	1.37	Tempo	40.46	< 0.001***
	CIG	4.56	1.85	8.03	5.35	0.96	Gruppo	4.43	0.039*
							TimeXGroup	3.60	0.062*
Memoria verbale (1° test)	NIG	2.03	1.58	3.97	1.34	1.45	Tempo	67.39	< 0.001***
	CIG	1.97	1.66	4.22	1.62	1.37	Gruppo	0.11	0.735
							TimeXGroup	0.36	0.552
Memoria verbale (3° test)	NIG	4.53	2.06	5.33	2.10	0.39	Tempo	6.63	0.012*
	CIG	3.72	2.16	4.94	2.01	0.97	Gruppo	3.56	0.063
							TimeXGroup	0.28	0.601
Memoria verbale (ritardata)	NIG	2.47	1.87	5.08	2.16	1.30	Tempo	39.83	< 0.001***
	CIG	2.91	2.07	4.28	2.29	0.36	Gruppo	0.21	0.647
							TimeXGroup	3.83	0.055*
Memoria verbale (Riconoscimento)	NIG	12.75	3.11	13.72	4	0.27	Tempo	4.51	0.037*
	CIG	13.47	3.02	14.94	3.26	0.46	Gruppo	2.70	0.105
							TimeXGroup	0.19	0.667
Ragionamento astratto	NIG	7.75	2.90	10	4.50	0.60	Tempo	19.95	< 0.001***
	CIG	7.37	2.88	11.47	5.54	0.97	Gruppo	0.62	0.435
							TimeXGroup	1.68	0.199
Memoria visiva (immediata)	NIG	3.64	1.97	5.44	2.06	0.90	Tempo	24.41	< 0.001***
	CIG	3.12	1.83	4.78	2.14	0.83	Gruppo	3.03	0.086
							TimeXGroup	0.04	0.832
Memoria visiva (Ritardo)	NIG	2.36	1.93	4.89	1.58	1.44	Tempo	34.18	< 0.001***
	CIG	2.06	1.88	3.03	1.89	0.51	Gruppo	10.89	0.002**
							TimeXGroup	6.79	0.011*
Memoria visiva (riconoscimento)	NIG	38.53	9.21	41.78	6.85	0.40	Tempo	10.14	0.002**
	CIG	38.31	8.42	43.41	4.81	0.77	Gruppo	0.30	0.584
							TimeXGroup	0.49	0.484

Nota: * $p < 0,05$, ** $p < .01$, *** $p < 0,001$ d = lieve (0,2), moderato (0,5) e grande (0,8).

Tabella 3: Medie, deviazioni standard, dimensioni dell'effetto e analisi delle differenze per i fattori BENCI (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Nel questionario CUMANIN sono stati osservati miglioramenti statisticamente significativi per tutti i subtest valutati pre e post intervento. È stata identificata un'interazione statisticamente significativa tra il tempo della valutazione (pre-post) e il punteggio totale del gruppo con un'elevata dimensione dell'effetto per il gruppo NIG ($d = 1.26$) (vedi Tabella 4).

Variabili CUMANIN	Gruppo	Pre		Invia		<i>d</i>		<i>F</i>	<i>p</i>
		M	DT	M	DT				
Psicomotricità	NIG	8.11	2.12	8.28	1.89	0.08	Tempo	5.69	0.020*
	CIG	7.09	2.08	8.19	2.10	0.52	Gruppo	1.72	0.194
							TimeXGroup	3.08	0.084
Articolazione della lingua	NIG	8.69	3.70	10.69	3.41	0.56	Tempo	64.73	< 0.001***
	CIG	7.75	4.26	10.37	3.86	0.64	Gruppo	0.52	0.474
							TimeXGroup	1.18	0.281
Espressione linguistica	NIG	2.14	1.22	2.78	1.10	0.55	Tempo	19.56	< 0.001***
	CIG	2.09	1.25	2.62	1.10	0.45	Gruppo	0.15	0.695
							TimeXGroup	0.176	0.685
Comprensione della lingua	NIG	4.06	2.18	5.33	1.85	0.63	Tempo	31.74	< 0.001***
	CIG	3.62	1.84	4.81	2.08	0.60	Gruppo	1.21	0.276
							TimeXGroup	0.22	0.837
Struttura spaziale	NIG	8.69	2.24	11	2.23	1.03	Tempo	41.06	< 0.001***
	CIG	8.56	2.14	10	2.51	0.61	Gruppo	1.44	0.234
							TimeXGroup	2.21	0.142
Visuopercezione	NIG	7.67	3.73	10.36	3.91	0.70	Tempo	74.44	< 0.001***
	CIG	7.56	2.47	9.66	2.39	0.86	Gruppo	0.30	0.585
							TimeXGroup	1.17	0.283
Memoria	NIG	4.17	1.65	5.75	1.71	0.94	Tempo	7.95	< 0.001***
	CIG	4.37	1.79	5.34	2.25	0.47	Gruppo	0.09	0.769
							TimeXGroup	1.04	0.311
Ritmo	NIG	2.33	1.55	3.36	1.38	0.70	Tempo	9.23	0.003**
	CIG	2.41	1.48	2.31	1.47	0.06	Gruppo	2.29	0.135
							TimeXGroup	13.31	0.001*
La fluidità verbale	NIG	0.10	1.38	3.42	1.25	2.53	Tempo	85.72	< 0.001***
	CIG	0.62	1.24	1.78	1.64	0.80	Gruppo	13.07	0.001**
							TimeXGroup	10.97	0.002**
Attenzione	NIG	13.28	3.92	15.97	3.46	0.73	Tempo	15.80	0.001**
	CIG	10.78	4.43	11.72	3.52	0.23	Gruppo	17.15	< 0.001***
							TimeXGroup	3.70	0.059
Totale EF	NIG	59.72	14.31	76.97	12.98	1.26	Tempo	220.45	< 0.001***
	CIG	54.06	11.48	66.81	12.60	1.01	Gruppo	7.07	0.010*
							TimeXGroup	4.96	0.029*

Nota: * $p < 0,05$, ** $p < .01$, *** $p < 0,001$, d = lieve (0,2), moderato (0,5) e grande (0,8).

Tabella 4: Medie, deviazioni standard, dimensioni dell'effetto e analisi delle differenze per i fattori CUMANIN (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Per quel che riguarda la scala BRIEF-P è stata rilevata una diminuzione statisticamente significativa dei punteggi di inibizione per il gruppo CIG, mentre nel gruppo NIG rimangono stabili dopo l'intervento. Per le rimanenti variabili non sono state trovate differenze statisticamente significative (Tabella 5).

Variabili BRIEF-P	Gruppo	Pre		Invia		<i>d</i>		<i>F</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>				
Inibizione	NIG	9.19	6.62	9.19	6.29	0.00	Tempo	5.18	0.026*
	CIG	11.37	5.87	8.91	6.51	0.39	Gruppo	0.43	0.514
							TimeXGroup	5.19	0.026*
Flessibilità	NIG	2.89	3.39	2.61	2.22	0.09	Tempo	3.07	0.085
	CIG	4.31	3.37	3.31	3.05	0.31	Gruppo	2.75	0.102
							TimeXGroup	0.98	0.326
Controllo emotivo	NIG	4.92	4.32	4.80	3.88	0.02	Tempo	1.76	0.190
	CIG	5.72	4.57	4.84	3.38	0.22	Gruppo	0.21	0.648
							TimeXGroup	1.05	0.308
Memoria di lavoro	NIG	8.55	6.49	8.58	7.14	0.00	Tempo	0.95	0.332
	CIG	9.53	5.46	8.56	6	0.17	Gruppo	0.11	0.745
							TimeXGroup	1.07	0.305
Pianificazione	NIG	5.58	3.33	5.30	4.12	0.07	Tempo	0.49	0.486
	CIG	5.87	3.60	5.69	3.48	0.05	Gruppo	0.17	0.684
							TimeXGroup	1.07	0.305
Coerenza	NIG	3.42	3.51	3.53	2.96	0.03	Tempo	0.42	0.518
	CIG	3.31	2.43	2.81	2.52	0.20	Gruppo	0.41	0.525
							TimeXGroup	1.05	0.310

Nota: * $p < 0,05$, ** $p < .01$, *** $p < 0,001$, d = lieve (0,2), moderato (0,5) e grande (0,8).

Tabella 5: Medie, deviazioni standard, dimensioni dell'effetto e analisi delle differenze per i fattori BRIEF-P (Garcia-Bermudez et al., 2019).

In conclusione i risultati dello studio rivelano che i bambini pretermine del gruppo NIG, che avevano ricevuto il training con il programma PEFEN, hanno mostrato dei miglioramenti nelle loro prestazioni neuropsicologiche generali rispetto ai bambini che avevano ricevuto il programma curricolare standard (gruppo CIG). Nello specifico sono state riscontrate delle evoluzioni positive nella memoria visiva e in quella di lavoro, oggetto di interesse in questa sede, mentre le altre variabili interessate rispetto ad un miglioramento nella prestazione sono la comprensione verbale, la fluenza fonetica e verbale, la memoria verbale, il ritmo e l'attenzione.

È degno di nota il fatto che dopo l'intervento il tempo di reazione (RT) del gruppo NIG è più lento ed il numero di risposte corrette (CR) è aumentato. Inoltre i punteggi di inibizione del gruppo NIG sono rimasti stabili nelle varie fasi del test. Questo sottolinea come il programma PEFEN abbia anche un effetto preventivo nei bambini nati prematuri, promuovendo l'autocontrollo e le competenze regolatorie, che se non potenziate potrebbero alterarsi in adolescenza, in questo gruppo clinico (Garcia-Bermudez, et al., 2012).

Da quanto finora detto emerge che il programma PEFEN è un intervento efficace per le funzioni esecutive e genera dei benefici neuropsicologici nella popolazione a rischio studiata.

I risultati mostrano anche un effetto del tempo di prova sulla maggior parte delle variabili valutate. Nello svolgersi del training e nel trascorrere del tempo infatti, la performance neuropsicologica migliora, coerentemente con l'età dei bambini coinvolti nello studio, che si trovano in un periodo di criticità per lo sviluppo dei vari domini neuropsicologici (Miyake et al., 2000).

Gli esiti della presente indagine hanno importanti implicazioni cliniche.

Sebbene vi siano poche informazioni sulle funzioni esecutive nei bambini prematuri, queste sono praticamente inesistenti in relazione agli effetti dei programmi di intervento. È evidente la necessità di avviare non solo programmi di follow-up, per verificare il perdurare degli esiti nel tempo, ma anche veri e propri programmi di intervento che coprano un'età compresa tra i 5 e gli 8 anni. Questa fascia di età è fondamentale per l'acquisizione della lettura, della scrittura e del ragionamento matematico, tre aree in cui i bambini prematuri sembrano mostrare significativi problemi accademici una volta avviata la carriera scolastica.

Il programma di stimolazione per le funzioni esecutive PEFEN ha dato prova di essere un programma di intervento versatile e efficace per migliorare lo sviluppo delle funzioni

esecutive nei bambini prematuri, evidenziando miglioramenti nelle aree di memoria di lavoro e memoria visiva, oltre che nella comprensione verbale, nella fluenza fonetica, nella fluidità verbale, nella memoria verbale, nel ritmo e nell'attenzione (Garcia-Bermudez et al., 2019).

Essendo la memoria di lavoro una delle capacità più studiate per la sua relazione con l'apprendimento di materie come la lingua, la lettura, la scrittura e la matematica, il programma PEFEN rappresenta una buona proposta per questa fascia d'età.

Restano da verificare però gli effetti a lungo termine del programma con degli studi longitudinali, per accertarsi che i benefici del training vengano mantenuti nel tempo. Inoltre il numero di partecipanti a questo studio è limitato e la popolazione clinica è circoscritta a neonati pretermine tardivi. Varrebbe la pena approfondire l'indagine per poter con più sicurezza generalizzare i risultati.

Quest'ultimi potrebbero essere utili sia in ambito scolastico per migliorare lo sviluppo e l'apprendimento dei bambini nati prematuri, sia in un contesto clinico per prevenire possibili modelli negativi di sviluppo in questa tipologia di popolazione a rischio.

CAPITOLO V

CONCLUSIONI

5.1 Analisi delle criticità e dei punti di forza degli studi analizzati

Il primo studio preso in esame (Grunewaldt et al., 2013) ha un campione ridotto di partecipanti (20 vs. 68 bambini del secondo studio), mentre il secondo studio preso in esame (Garcia-Bermudez et al., 2019) presenta un campione di bambini con età gestazionale limitata tra la 32esima e la 37esima settimana, che vengono considerati dei ‘pretermine moderati’. Pertanto, i risultati di questo secondo studio non possono essere generalizzati per bambini nati molto prematuri.

Al fine di poter generalizzare con maggior sicurezza i risultati dei *training* occorrono dati di ricerca più solidi. Sarebbe perciò importante poter ampliare il campione di partecipanti, sia numericamente che prototipicamente. Ancora meglio sarebbe avviare più gruppi di ricerca utilizzando come criterio di inclusione e differenziazione tra i gruppi l’età gestazionale alla nascita dei bambini e il loro peso, così da condurre ricerche diversificate per i tre livelli di prematurità (‘pretermine estremi’, ‘molto prematuri’, ‘pretermine moderati’). Questa modalità darebbe la possibilità di ottenere risultati più specifici e di conseguenza di poter calibrare interventi mirati ad hoc, in base all’età gestazionale alla nascita. Chiaramente l’età gestazionale e il peso alla nascita non sono gli unici fattori di cui tenere conto, ma sono i più immediati per individuare i candidati ad eventuali studi attraverso degli screening alla nascita.

È evidente anche la necessità di programmi di follow-up ad intervalli di tempo predefiniti (mensili, bimestrali o semestrali) e duraturi nel tempo, per verificare se gli esiti dei *training* proposti perdurino nel tempo, o se, col passare dei mesi, i risultati vengano vanificati e ci sia un’eventuale regressione rispetto alle capacità analizzate. Nel *training* sulla memoria di lavoro (Grunewaldt, et al., 2013) viene effettuato un follow-up a 4 settimane dalla fine del trattamento, ma il dato è comunque molto limitato.

Avendone la possibilità potrebbe anche essere proficuo poter svolgere degli studi longitudinali, con la consapevolezza che gli esiti saranno disponibili solo a medio/lungo termine e che, in questa tipologia di indagini l’abbandono dei partecipanti alla ricerca è maggiormente probabile.

I due studi considerati si differenziano anche per setting e modalità di svolgimento dei *training*. L’allenamento della memoria di lavoro (Grunewaldt, et al., 2013) viene svolto

individualmente dai bambini a casa, con il supporto delle rispettive famiglie; mentre lo studio sul programma PEFEN (Garcia-Bermudez, et al., 2019) prevede delle sessioni settimanali di gruppo tenute dal terapeuta.

Laddove l'allenamento viene svolto a casa vi è la possibilità che il bambino abbia a disposizione un suo spazio in cui dedicarsi al compito, con il ritiro necessario ad una maggior concentrazione. Inoltre, essendo la difficoltà del compito calibrata di volta in volta dal software, il programma di allenamento sarà individualizzato e mirato alle necessità del singolo, favorendone il percorso di miglioramento delle abilità. Infine, il colloquio settimanale di confronto tra genitori ed operatore, è sicuramente un ulteriore strumento a sostegno della buona riuscita del *training*. Tuttavia, vi è anche la possibilità che, se lasciato da solo e non supervisionato o stimolato, il bambino non abbia la volontà di eseguire il *training* o impegnarsi nel medesimo. Il peso del sostegno viene rilasciato interamente sui genitori, che potrebbero faticare a seguirlo per esempio se entrambi lavoratori e con altri figli.

Nello studio relativo al programma PEFEN (Garcia-Bermudez, et al., 2019) si punta invece sulla stimolazione che il bambino può trarre proprio dal lavorare in gruppo, sia dal punto di vista del benessere emotivo legato alla presenza dei pari, che per quanto riguarda lo sviluppo prossimale favorito sia dalla presenza di altri bambini, che da quella del terapeuta. Il concetto di 'zona di sviluppo prossimale' appartiene allo psicologo russo Vygotskij (1896-1934) e si riferisce agli apprendimenti possibili per un soggetto, proprio grazie all'interazione sociale con i suoi pari ed il contesto (di cui fa parte anche l'insegnante, nel caso del contesto scolastico, od il terapeuta, nel nostro caso specifico). Il contesto di relazione mette in luce l'aspetto dinamico dello sviluppo, in cui le differenze tra pari ed il supporto fornito da chi gestisce il gruppo, sono un efficace stimolo per i singoli individui che partecipano alle attività (Vianello et al., 2017). Tuttavia, questo tipo di intervento di gruppo potrebbe risultare meno individualizzato sui bisogni specifici del bambino, soprattutto se all'interno del gruppo vi è un grande divario tra le capacità dei partecipanti.

5.2 Considerazioni sugli esiti degli studi e prospettive future

Premesso quanto esposto nel precedente paragrafo, gli esiti degli studi analizzati, per quanto presentino le criticità espresse, lasciano ben sperare nella possibilità di ottenere validi risultati ampliando il campione di ricerca.

Le evidenze degli studi presi in esame mostrano la ricaduta a cascata dei benefici dei trattamenti anche su domini non allenati attraverso i *training*, come attenzione, funzioni esecutive, memoria narrativa, apprendimento (Grunewaldt, et al., 2013), comprensione verbale, fluenza fonetica e verbale, oltre alla promozione di autocontrollo e di competenze regolatorie nei bambini (Garcia-Bermudez, et al., 2019).

Non sono da escludere esiti positivi futuri che potrebbero emergere da eventuali follow-up post *training*, considerando la correlazione esistente tra memoria visiva e memoria di lavoro ed i costrutti di intelligenza, linguaggio e memoria successiva (Thompson, et al., 1991).

Sarebbe auspicabile produrre dei programmi specifici per supportare lo sviluppo delle capacità di memoria visiva e di lavoro nelle differenti fasce d'età, promuovendo l'intervento precoce per poter sostenere e promuovere gli esiti migliori possibili per la curva di sviluppo dei nati prematuri. Si potrebbe valutare di intensificare gli interventi per la fascia 5-8 anni, periodo dell'infanzia fondamentale per l'apprendimento di lettura, scrittura e ragionamento matematico, al fine di consentire una migliore riuscita scolastica in questa popolazione a rischio (Garcia-Bermudez, et al., 2019).

Ringraziamenti

Innanzitutto grazie alla Prof.ssa Sabrina Brigadoi, senza la quale non mi sarebbe stato possibile redigere questa tesi, per la gentilezza non scontata, il supporto e la puntualità nel fornirmelo.

Grazie al mio compagno Marco, perché senza il suo sostegno non sarei riuscita in questo percorso.

Grazie a sua madre Marisa, perché senza il suo aiuto nell'accudire mia figlia Lucia non avrei potuto dedicarmi allo studio.

Infinitamente grazie a Francesca, la mia psicoterapeuta, che mi ha spronata a riprendere gli studi ed ha creduto in me, affinché anche io potessi crederci; ed infine grazie alla mia famiglia d'origine, senza la quale non sarei quella che sono.

Riferimenti bibliografici

- Andreani Dentici, O., (1999). *Lo sviluppo dell'apprendimento e della memoria*. In Camaioni, L. (a cura di), *Manuale di psicologia dello sviluppo* (pp.129-176). il Mulino.
- Anolli, L., (1999). *Lo sviluppo percettivo*. In Camaioni, L. (a cura di), *Manuale di psicologia dello sviluppo* (77-128). il Mulino.
- Aslin, R.N., & Salapatek, P. (1975). *Saccadic localization of visual targets by the very young human infant*. *Perception & Psychophysics*, 17, 293-302.
- Baddeley, A. (2010). *Working memory*. *Current Biology*, Vol 20 No 4, 136-140.
- Bear, M.F., Connors, B.W., & Paradiso, M.A. (2017). *La struttura del sistema nervoso*. In Angrilli, A., Casco, C., Maravita, A., Olivieri, M., Paulesu, E., Petrosini, L., & Sacchetti, B. (a cura di), *Neuroscienze Esplorando il cervello* (pp.187-199). Edra.
- Brandimonte, M.A. (2016). *Sistemi di memoria*. In Girotto, V., & Zorzi, M., *Manuale di psicologia generale* (pp.151-170). il Mulino Manuali.
- *Cowan, N. (2016). *Working Memory Maturation: Can we get at the essence of cognitive growth?* *Perspectives on Psychological Science*, 11, 239-264.
- *Cruz-Quintana, F., Pérez Garcia, M., Pérez Marfil, M.N., Pérez Garcia, P., Hidalgo Ruzzante, N., Pérez Lobato, R., & Garcia Bermudez, O. (2014). *Programa PEFEN: Programa de Estimulación en Funciones Ejecutivas para Niños/as [PEFEN Program]*. Granada: Ediciones Sider.
- *Cruz-Quintana, F., Perez-Garcia, M., Roldan-Vilchez, L.M., Fernandez-Lopez, A., & Pérez-Marfil, M.N. (2013). *Bateria de Evaluación Neuropsicológica Infantil (BENCI)*. Granada.
- *D'Alessio, M., & Raffone, A. (2008). *La memoria nello sviluppo*. Laterza, Bari.
- Dell'Acqua, R., & Turatto, M. (2011). *Change Blindness*. In Dell'Acqua, R., & Turatto, M., *Attenzione e percezione* (pp.51-82). Carocci Editore.
- *Fantz, R.L. (1958). *Pattern vision in young infants*. *Psychological record*, 8, 43-47.
- Feldman, R. S., Amoretti, G., & Cicci, M.R. (2017). *Neuroscienza e comportamento*. In Feldman, R.S., Amoretti, G., & Cicci, M.R., *Psicologia generale* (pp.31-66). Mc Graw Hill Education.
- *Flook, L., Smalley, S.L., Kitil, M.J., Galla, B.M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J., & Kasari, C. (2010). *Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children*. *Journal of Applied School Psychology*, 26, 70-95.

- Galimberti, U. (2018). *Nuovo dizionario di psicologia*. Feltrinelli.
- Garcia-Bermudez, O., Cruz-Quintana, F., Perez-Garcia, M., Hidalgo-Ruzzante, N., Fernandez-Alcantara, M., & Perez-Marfil, M.N. (2019). *Improvement of executive functions after the application of a neuropsychological intervention program (PEFEN) in pre-term children*. *Children and Youth Services Review*, 98, 328-336.
- *Gioia, G.A., Isquith, P.K., & Guy, S.C. (2000). *Behavior rating inventory of executive function*. Psychological Assessment Resources, Odessa.
- Giommi, F. (2014). *Introduzione. Al di là del pensiero, attraverso il pensiero (otto anni dopo)*. In Segal, Z.V., Williams, J.M.G., & Teasdale, J.D., *Mindfulness* (pp. 13-79). Bollati Boringhieri.
- Gregory, R.L. (1998). *L'occhio*. In Gregory, R.L., *Occhio e cervello, la psicologia del vedere* (pp.35-95). Raffaello Cortina Editore.
- Grunewaldt, K.H., Lohaugen, G.C.C., Austeng, D., Brubakk, A., & Skranes, J. (2013). *Working Memory Training Improves Cognitive Function in VLBW Preschoolers*. *Pediatrics*, 131 (3), e746-e755.
- Jongbloed-Pereboom, M., Janssen, A.J.W.M., Steenbergen, B., & Nijhuis-van der Sanden, M.W.G. (2012). *Motor learning and working memory in children born preterm: A systematic review*. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 1314-1330.
- *Kibbe, M.M., & Leslie, A. M. (2013). *What's the object of object working memory in infancy? Unraveling 'what' and 'how many'*. *Cognitive Psychology*, 66(4), 380-404.
- Kwon, M., Luck, S. J., & Oakes, L.M. (2014). *Visual Short-Term Memory for Complex Objects in 6 and 8month-old Infants*. *Child Development*, 85(2), 564-577.
- Lucangeli, D., Bonichini, S., & De Gennaro, M.A. (2019). *Lo sviluppo cognitivo: dalla cognition alla warm cognition*. In Lucangeli, D., Vicari, S. (a cura di), *Psicologia dello sviluppo* (pp.215-239). Mondadori Università.
- Mammarella, I.C., Cardillo, R., & Caviola, S. (2019) *La memoria di lavoro: perché studiarne il funzionamento nei disturbi del neurosviluppo?* In Mammarella, I.C., Cardillo, R., & Caviola, S., *La memoria di lavoro nei disturbi del neurosviluppo* (pp.13-28). FrancoAngeli.
- *Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T. (2000). *The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis*. *Cognitive Psychiatry*, 4, 49-100.
- *Meltzoff, A.N. (1985). *Immediate and deferred imitation on fourteen-and twenty-four-month-old infants*. *Child development*, 74, 240-260.

- *Nadler, R., Cordy, M., Stengel, J., Segal, Z.V., & Hayden, E.P. (2017). *A brief mindfulness practice increases self-reported calmness in young children: A pilot study*. Mindfulness, 8, 1088-1095.
- *Olson, G.M., & Sherman, T. (1983). *Attention, learning and memory in infants*. In Haith, M., Campos, J. (a cura di), *Handbook of child psychology* (pp.1001-1080). Wiley, New York.
- *Palmer, S. (2000). *Working memory: A developmental study of phonological recoding*. Memory, 8(2), 179-193.
- *Piaget, J. (1936). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Delachaux et Niestlè, Neuchatel.
- *Portellano, J.A., Mateos, R., & Martinez, R. (2000). *Cuestionario de Madurez Neuropsicologica Infantil (CUMANIN)*. Tea Ediciones, Madrid.
- Roncato, S., Zucco, G. (1993). *I labirinti della memoria*. il Mulino.
- Rose, S.A., Feldman, J.F., & Jankowski, J.J. (2005). *The structure of infant cognition at 1 year*. Science direct, 33(3), 231-250.
- Rose, S.A., Feldman, J.F., & Jankowsky, J.J. (2004). *Dimensions of cognition in infancy*. Science direct, 32(3), 245-262.
- Rose, S.A., Gottfried, A.W., & Bridger, W.H. (1979). *Effects of Haptic Cues on Visual Recognition Memory in Fullterm and Preterm Infants*. Infant behavior and development, 2, 55-67.
- *Rovee, C.K., & Rovee, D.T. (1969). *Conjugate reinforcement of infant exploratory behavior*. Journal of Experimental child psychology, 8, 33-39.
- * Shonkoff, J.P., Siegel, B.S., Dobbins, M.I., Earls, M.F., Garner, A.S., McGuinn, L., & Wood, D. L. (2011). *Early childhood adversity, toxic stress, and the role of the pediatrician: translating Developmental Science into Lifelong Health*. Journal Pediatrics, 129, 224-231.
- *Simmering, V.R. (2012). *The development of visual working memory capacity during early childhood*. Journal of experimental child psychology, 111(4), 695-707.
- *Thompson, L.A., Fagan, J.F., & Fulker, D.W. (1991). *Longitudinal prediction of specific cognitive abilities from infant novelty preference*. Child Development, 67, 530-538.
- Tokariiev, M., Vuontela, V., Lonnberg, P., Lano, A., Perkola, J., Wolford, E., Andersson, S., Metsaranta, M., & Carlson, S. (2019). *Altered working memory-related brain responses and white matter microstructure in extremely preterm-born children at school age*. Brain and Cognition, 136, 1-14.
- Valenza, E., Gava, L., & Dondi, M. (2017). *Strumenti per la valutazione del neonato*. In Bonichini, S. (a cura di), *La valutazione psicologica dello sviluppo* (pp.47-81). Carocci editore.

Vianello, R., Gini, G., & Lanfranchi, S. (2017). *Psicologia dello sviluppo* (pp.3-32,63-99) . UTET università.

Werner, J.S., & Siqueland, E.R. (1978). *Visual recognition memory in the preterm infant*. *Infant Behavior and Development*, 1, 79-94.

*=Opere non direttamente consultate