



**Università
di Genova**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA
FORMAZIONE

CORSO DI LAUREA IN
PSICOLOGIA

-TITOLO DELLA TESI-

FUNZIONI ESECUTIVE EMERGENTI E
AUTOREGOLAZIONE NEI PRIMI ANNI DI VITA:
UN'ANALISI LONGITUDINALE

Relatore: Paola Viterbori

Correlatore: Laura Traverso

Candidato: Ludovica Schiano

ANNO ACCADEMICO

2025/2026

INDICE

Introduzione	3
 Capitolo 1 – I processi di regolazione e le funzioni esecutive	
1.1 I processi di regolazione	5
1.2 Le funzioni esecutive: definizione e modelli teorici	12
1.3 Le componenti delle funzioni esecutive.....	17
 Capitolo 2 – Lo sviluppo e gli indicatori precoci delle funzioni esecutive	
2.1 Lo sviluppo delle funzioni esecutive 0-3 anni	21
2.2 Le traiettorie evolutive e il cambiamento longitudinale	34
2.3 Il valore predittivo e le implicazioni degli indicatori precoci delle funzioni Esecutive	37
 Capitolo 3 – La ricerca	
3.1 Introduzione agli obiettivi specifici	41
3.2 Campione	43
3.3 Strumenti e procedura	45
3.4 Tutela dei partecipanti.....	47
3.5 Risultati	49
3.6 Discussione e punti di forza dello studio	56
3.7 Limiti dello studio.....	58
3.8 Sviluppi futuri	60
 Conclusioni	 62
 Bibliografia	 65
 Appendice A	 72

Introduzione

I primi anni di vita rappresentano un periodo molto rilevante per lo sviluppo delle capacità di regolazione del comportamento e dei processi cognitivi che permettono al bambino di adattare le proprie risposte alle richieste ambientali. In questo periodo, emergono e si stabilizzano nel tempo tutte quelle competenze coinvolte nella gestione dell'attenzione, dell'inibizione, nel mantenimento e nell'utilizzo delle informazioni e nella flessibilità del comportamento. Tali capacità costituiscono la base dei successivi processi di autoregolazione e delle funzioni esecutive, la cui evoluzione prosegue nel corso dell'infanzia e assume un ruolo notevole nel successivo adattamento individuale, anche in relazione a possibili traiettorie di sviluppo atipico.

Il presente lavoro intende approfondire il rapporto tra i processi di regolazione e le funzioni esecutive, con attenzione alla loro comparsa e al loro sviluppo nei primi tre anni di vita. L'attenzione a questa fase così precoce permette di considerare le funzioni esecutive non come competenze acquisite in età successive in modo improvviso, bensì come il risultato di un processo di differenziazione e integrazione di abilità primarie. In questa prospettiva, è di particolare interesse anche lo studio delle traiettorie di cambiamento nel tempo e al possibile valore predittivo degli indicatori precoci delle funzioni esecutive rispetto all'outcome dello sviluppo successivo.

A tal fine, la parte empirica del lavoro si inserisce all'interno del progetto di ricerca condotto dall'Università di Firenze e Genova, incentrato sull'applicazione di uno strumento di valutazione delle funzioni esecutive emergenti, la batteria Baby-Fe, a un campione di bambini tra i 18 e 36 mesi. Se il progetto ha finora adottato un disegno di ricerca trasversale, questa tesi affianca a questo disegno una componente longitudinale, con lo scopo di verificare attraverso un follow-up, l'andamento delle prestazioni per poter osservare eventuali cambiamenti nel tempo.

Il primo capitolo è dedicato alla definizione dei principali concetti teorici alla base del lavoro. In una prima parte vengono approfonditi i processi di regolazione, con riferimento al loro significato e alla loro evoluzione nel corso dello sviluppo. Successivamente vengono presentate le funzioni esecutive, definendole e approfondendo i principali modelli teorici proposti in letteratura. Il capitolo si conclude con un'analisi delle principali componenti delle funzioni esecutive.

Il secondo capitolo si concentra sullo sviluppo delle funzioni esecutive nei primi tre anni di vita. Inizialmente vengono descritte le principali evidenze relative alla comparsa e alla progressiva maturazione di tali competenze nella prima infanzia. L'attenzione si sposta successivamente alle traiettorie evolutive e al cambiamento longitudinale, mettendo in luce la natura dinamica dello sviluppo di tali abilità. Infine, viene esaminato il valore predittivo degli indicatori precoci, evidenziando come il riconoscimento dei primi segnali delle funzioni esecutive permetta di delineare le successive traiettorie di sviluppo e di identificare tempestivamente eventuali fattori di rischio.

Il terzo capitolo presenta la ricerca empirica, approfondendo gli obiettivi specifici dello studio, descrivendo il campione, gli strumenti, la procedura adottata e la tutela dei partecipanti. Successivamente, vengono presentati i risultati ottenuti con particolare attenzione ai punti di forza e ai limiti di questo studio.

CAPITOLO 1: I processi di regolazione e delle funzioni esecutive

1.1 I processi di regolazione

I processi di regolazione, spesso indicati con il termine autoregolazione, fanno riferimento alla capacità dell'individuo di modulare il proprio comportamento, l'attenzione e le emozioni in relazione alle richieste dell'ambiente e agli obiettivi da raggiungere. In questa prospettiva, la regolazione rappresenta un insieme di processi che permettono di controllare e organizzare il funzionamento psicologico e comportamentale dell'individuo (Blair & Diamond, 2008).

Tale costrutto, determinato da molteplici livelli di influenza, a partire da quelli di origine biologica, a quelli sociali, può essere meglio compreso se letto da una prospettiva organizzativa, secondo cui lo sviluppo psicologico e comportamentale è determinato dall'influenza di più funzioni e processi di vari sistemi che operano a livelli distinti di analisi. Tali sistemi si estendono da quelli legati all'espressione genica a quelli associati a norme e regole che regolano il comportamento sociale. All'interno dell'approccio organizzativo, si considera che il funzionamento di un sistema sia determinato da possibili influenze delle sue componenti. In tale prospettiva, i sistemi appaiono quindi integrati in modo verticale tra diversi livelli di funzionamento, e orizzontale, tra processi che operano allo stesso livello. È tale interazione tra processi verticali e orizzontali a determinare lo sviluppo psicologico e comportamentale (Blair & Diamond, 2008; Blair & Raver, 2015).

Lo sviluppo assume pertanto una natura dinamica, in cui cambiamenti che si verificano a un determinato livello possono influenzare l'organizzazione degli altri livelli e determinare nuovi pattern psicologici e comportamentali.

Partendo dall'idea descritta nelle teorie riguardanti le influenze multilivello e il ruolo attivo del soggetto nello sviluppo personale, si definisce in tal senso l'idea che lo sviluppo dell'autoregolazione sia un equilibrio tra quelli che vengono definiti processi di eccitazione emotivo motivazionali e di controllo cognitivo (Blair & Diamond, 2008).

Tale idea è ripresa anche dal modello gerarchico di Blair e Ku (2022) secondo cui l'autoregolazione comprende componenti fisiologiche, emotive, comportamentali e cognitive reciprocamente interconnesse. Gli autori descrivono l'autoregolazione come un sistema multilivello in cui le funzioni esecutive rappresentano la componente cognitiva di livello più elevato, responsabile della regolazione del pensiero, delle emozioni, del comportamento e della fisiologia.

Vengono definite funzioni esecutive tutte quelle abilità di pensiero generali che supportano l'azione orientata agli obiettivi in situazioni che comportano vari gradi di incertezza. In particolare, le funzioni esecutive, come il controllo inibitorio, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva, svolgono un ruolo fondamentale nel sostenere la regolazione dell'attenzione e del comportamento. Tale modello, quindi, suggerisce la presenza di componenti cosiddette inferiori del sistema di autoregolazione come le componenti emotive, comportamentali e fisiologiche e di componenti definite superiori come le funzioni esecutive e il controllo volitivo dell'attenzione.

In questa prospettiva, l'autoregolazione opera sia in senso bottom-up a partire dai processi fisiologici ed emotivi che influenzano il comportamento e la cognizione, sia top-down, attraverso le funzioni esecutive che modulano l'attenzione, le emozioni, il comportamento e le risposte fisiologiche allo stress.

Tale modello sottolinea come lo sviluppo dell'autoregolazione sia un processo plastico e adattivo, in cui le esperienze precoci contribuiscono a modellare le

connessioni neurali e le traiettorie di sviluppo con implicazioni a lungo termine rispetto al funzionamento cognitivo, emotivo e sociale (Blair & Ku, 2022).

Nell'ambito dello sviluppo dei processi regolatori nei primi anni di vita, un importante contributo è rappresentato dal modello evolutivo proposto da Kopp (1982). L'autrice definisce l'autoregolazione come la capacità di avviare, mantenere o interrompere un comportamento, modulare l'intensità delle azioni motorie e verbali e ritardare l'azione rispetto a un oggetto o un obiettivo desiderato, producendo comportamenti socialmente appropriati anche in assenza di un controllo esterno. Secondo Kopp, questo processo avviene in modo graduale attraverso una sequenza di fasi che riflettono cambiamenti qualitativi nel controllo del comportamento, della regolazione prevalentemente biologica fino a forme sempre più autonome e intenzionali.

La prima fase viene definita modulazione neurofisiologica, tipica dei primi mesi di vita, e riguarda l'attivazione di meccanismi neurofisiologici e risposte riflesse che consentono al neonato di modulare i propri stati di eccitazione e di adattarsi agli stimoli ambientali. In questa fase il controllo non è ancora intenzionale, bensì legato a processi fisiologici di regolazione e a pattern comportamentali organizzati, come nel caso dei movimenti coordinati utilizzati dal neonato per la suzione. È presente una marcata variabilità individuale nella capacità di modulare l'attivazione e di calmarsi, influenzata sia da caratteristiche biologiche sia dallo stile di accudimento. In tale senso, il caregiver svolge una funzione di supporto, facilitando la regolazione degli stati attraverso routine e interazioni quotidiane come nel caso dei ritmi sonno-veglia.

In seguito, emerge la fase di modulazione sensomotoria, che si sviluppa approssimativamente tra i tre e i dodici mesi di vita, in cui il bambino acquisisce una maggiore capacità di organizzare le proprie azioni in risposta agli stimoli ambientali

coordinando percezione e movimento. Questa fase riflette quindi la crescente capacità del bambino di utilizzare attivamente i propri sistemi percettivi e motori, per orientarsi nell'ambiente e regolare il comportamento in relazione agli eventi esterni senza però implicare consapevolezza né intenzionalità.

Durante il primo anno i bambini usano attivamente le proprie capacità sensoriali, gli scambi sociali e le abilità motorie dando luogo a risposte modulate che si manifestano in contesti interattivi; tuttavia, queste risposte sono legate agli stimoli immediatamente presenti o a schemi percettivi e motivazionali che emergono in funzione delle caratteristiche dell'ambiente. Il comportamento del bambino, quindi, è sollecitato da elementi come il piacere o l'interesse dell'attività o degli oggetti piuttosto che da un'elaborazione cognitiva di tipo consapevole. Questa fase rappresenta una base per lo sviluppo del controllo poiché consente al bambino di organizzare l'esperienza e iniziare a distinguere le proprie azioni da quelle altrui, ponendo le basi per lo sviluppo dell'autoregolazione.

Successivamente emerge la fase rappresentata dal controllo, indicativamente tra i nove/dodici mesi e diciotto mesi. In questa fase il bambino inizia a mostrare le prime forme di monitoraggio del comportamento, modulando o interrompendo le proprie azioni in risposta alle richieste o ai segnali provenienti dai caregiver. Le prime manifestazioni di comportamenti riconducibili all'autoregolazione emergono in questa fase e includono ad esempio l'obbedienza che è considerata una tappa importante dello sviluppo, configurandosi come una risposta immediata a seguito della richiesta del caregiver.

Lo sviluppo del controllo è connesso ai cambiamenti cognitivi che avvengono durante la fine del primo anno e l'inizio del secondo, dove è possibile osservare un passaggio da un funzionamento principalmente sensomotorio a forme più complesse

che includono il problem solving e maggiore adattamento alle richieste dell'ambiente. Diverse evidenze indicano un rilevante sviluppo delle competenze cognitive, tra cui miglior riconoscimento degli oggetti, migliore discriminazione spaziale, sviluppo della memoria di riconoscimento e delle prime forme di categorizzazione. In concomitanza si osservano cambiamenti nelle competenze sociali e relazionali come maggiore discriminazione tra persone familiari e non familiari e l'imitazione dei comportamenti sociali.

Un'ulteriore crescita che si osserva in questo periodo, si associa ai processi di esplorazione per tentativi ed errori e un'ulteriore integrazione tra le abilità cognitive, sociali e comunicative. Inoltre, lo sviluppo motorio e la graduale acquisizione della posizione eretta e della deambulazione, consentono una maggiore esplorazione dell'ambiente contribuendo ad una progressiva differenziazione tra sé, gli altri e gli oggetti. Tali cambiamenti, favoriscono una iniziale costruzione del senso di identità che si sviluppa progressivamente fino all'emergere del pensiero rappresentazionale che emerge attorno ai diciotto mesi.

Il controllo implica non solo l'obbedienza ma anche forme iniziali di inibizione autonoma del comportamento, poiché tale capacità richiede che il bambino riconosca un divieto precedentemente appreso e inibisca in modo volontario l'azione desiderata. Tale meccanismo implica un ruolo attivo del bambino in cui viene richiesta una sequenza cognitiva complessa: la codifica dello stimolo, il richiamo del ricordo normativo e l'emissione di un'auto-istruzione (come scuotere la testa), segnali che indicano l'emergere di prime forme di autocontrollo già a partire dai quindici mesi.

Tuttavia, queste competenze risultano ancora limitate da possibili vincoli di memoria e necessità di segnali contestuali che possano guidare il comportamento oltre che dalla competizione tra richieste esterne e attrattività degli stimoli ambientali. Il

ruolo del caregiver è rilevante, la sua sensibilità e capacità di guidare l'attenzione del bambino verso comportamenti appropriati possono facilitare lo sviluppo del controllo.

La fase che precede l'autoregolazione viene definita autocontrollo e si caratterizza per la capacità del bambino di conformarsi alle richieste, inibire le risposte impulsive e di adattarsi agli standard normativi del caregiver anche senza un controllo esterno diretto (Vaughn, Kopp, & Krakow, 1984). Questa fase si distingue dall'autoregolazione per l'emergere del pensiero rappresentazionale e della memoria evocativa, che consentono di mantenere attive le rappresentazioni degli oggetti ed eventi assenti e di collegare il comportamento alle regole interiorizzate. Secondo la letteratura, l'autocontrollo non coincide con la semplice conoscenza delle regole, ma risiede nelle capacità del soggetto di avviare autonomamente un cambiamento del proprio comportamento grazie al recupero di informazioni già apprese. Tale processo segna la transizione verso il processo di monitoraggio.

La distinzione tra autocontrollo e autoregolazione è di natura quantitativa e non qualitativa, infatti, pur dipendendo entrambi dalla memoria e dalle capacità rappresentative, l'autocontrollo risulta essere più vincolato e meno flessibile. Al contrario, l'autoregolazione, si configura come una forma di controllo superiore, mediata da strategie introspettive e dalla consapevolezza dei propri processi di pensiero. Quando l'autocontrollo assume caratteristiche di maggiore flessibilità e adattabilità, si può definire quindi il passaggio all'autoregolazione. A differenza dell'autocontrollo, tale abilità comprende la capacità di utilizzare diverse regole contingenti per orientare il comportamento, mantenere un adeguato monitoraggio delle proprie azioni per periodi di tempo prolungati e in differenti contesti, nonché di apprendere modalità comportamentali sempre più conformi agli standard attesi.

La transizione dall'autocontrollo all'autoregolazione, sebbene avvenga in modo progressivo e graduale, procede parallelamente allo sviluppo delle capacità cognitive che caratterizza la prima età prescolare. Indipendentemente dalle modalità attraverso cui i bambini integrano e consolidano i processi di autoregolazione nel proprio repertorio comportamentale, una volta acquisita, tale abilità può essere impiegata sia in situazioni complesse sia in contesti più semplici e quotidiani.

Nel complesso, i modelli teorici evidenziano come lo sviluppo dell'autoregolazione si basi su una progressiva integrazione tra processi di natura biologica, emotiva e cognitiva che operano in modo interconnesso nel determinare il comportamento (Blair & Diamond, 2008; Blair & Ku, 2022; Kopp, 1982).

1.2 Le funzioni esecutive: definizione e modelli teorici

Con il termine funzioni esecutive (FE) si indica un costrutto cognitivo complesso che comprende un insieme di processi fondamentali per mantenere un comportamento organizzato, flessibile e orientato alla risoluzione di problemi in funzione di uno scopo (Valeri & Stievano, 2007). Tale costrutto include la capacità di inibire o rimandare una risposta, scegliendo il momento più adeguato a metterla in atto, la pianificazione flessibile e strategica delle azioni, la capacità di rappresentare mentalmente i compiti, integrando le informazioni rilevanti immagazzinate in memoria con gli obiettivi da raggiungere (Valeri & Stievano, 2007).

Uno dei primi contributi considerati fondamentale nello studio delle funzioni esecutive è quello fornito dagli studi di Luria (1966). L'autore propone una concezione dinamica e funzionale dell'attività cerebrale secondo cui i processi cognitivi non sono attribuibili a singole aree ma derivano dall'interazione di più sistemi. In questa prospettiva, le funzioni mentali sono il risultato dell'attività coordinata di diverse regioni cerebrali, ciascuna con uno specifico ruolo all'interno di un sistema più ampio. Un ruolo centrale è attribuito ai lobi frontali, nello specifico nelle aree prefrontali, che risultano coinvolte nell'organizzazione e nel controllo delle azioni. Tali regioni, grazie alle estese connessioni con altre aree corticali, contribuiscono alla selezione, integrazione e regolazione delle informazioni necessarie per la pianificazione del comportamento, svolgendo quindi una funzione di tipo esecutivo.

Alcune evidenze cliniche riportate negli studi di Luria, mostrano che lesioni ai lobi frontali compromettono in modo significativo la capacità di pianificare, organizzare e portare a termine compiti complessi, evidenziando perciò il ruolo cruciale delle

regioni frontali nei processi di controllo esecutivo e nella regolazione del comportamento orientato ad uno scopo.

Il modello proposto da Tim Shallice (1982), basato sui precedenti studi di Norman sugli schemi d'azione, sostiene che la cognizione e l'azione dipendono dall'esecuzione di schemi altamente specializzati, ovvero unità di azione o pensiero che producono un output specifico per determinati input. Tali schemi possono essere attivati da stimoli percettivi o dall'output di altri schemi, e più schemi possono attivarsi simultaneamente. Il modello distingue due processi di selezione degli schemi: il Contention Scheduling (pianificazione della contesa) coinvolto nella selezione di schemi di routine e il Supervisory Attentional System (S.A.S sistema di attenzione supervisore) che si attiva solamente nelle situazioni non routinarie. Nello specifico, il Contention Scheduling ha il compito di selezionare un numero ristretto di schemi compatibili, in modo da ottimizzare l'uso delle risorse cognitive ed effettrici disponibili. Gli schemi vengono attivati quando raggiungono una soglia di attivazione e la selezione è regolata dall'inibizione reciproca tra schemi incompatibili. Una volta selezionato, uno schema mantiene un'inibizione residua fino al completamento del proprio obiettivo, preservando anche l'attivazione dei suoi schemi subordinati per future selezioni.

Tuttavia, nei contesti non routinari, tale meccanismo risulta insufficiente e interviene il Supervisory Attentional System, che applica strategie generali di pianificazione e selezione maggiormente flessibili e lente, in grado di operare su qualsiasi dominio di conoscenza. L'intervento di tale sistema diventa evidente nei cosiddetti errori di cattura, ovvero situazioni in cui uno schema di routine sbagliato viene attivato più intensamente di quello corretto e sfugge al controllo automatico, mostrando che alcune azioni richiedono un controllo più flessibile e consapevole.

Muriel Lezak (1982) definisce invece le funzioni esecutive come l'insieme di capacità mentali necessarie per formulare obiettivi, pianificare le azioni per raggiungerli e attuare tali piani in maniera efficiente. Le funzioni esecutive sono alla base di un comportamento indipendente, finalizzato e adattivo, risultando centrali per tutte le attività quotidiane e socialmente rilevanti. A differenza delle funzioni cognitive che riguardano ciò che un soggetto sa o è in grado di fare, le funzioni esecutive riguardano il modo in cui il comportamento viene organizzato e regolato. L'autrice distingue quattro principali componenti ovvero la formulazione degli obiettivi, la pianificazione, l'attuazione dei piani e la prestazione efficace.

La capacità di formulare obiettivi (goal formulation), ovvero di sviluppare intenzioni, è particolarmente legata alla motivazione e alla consapevolezza di sé in relazione all'ambiente. A differenza dei semplici stati di attivazione che producono risposte di tipo automatico, la formulazione degli obiettivi implica la possibilità di rappresentare bisogni e desideri prima dell'azione e di costruire motivazioni anche indipendenti da stimoli immediati o bisogni fisiologici. Tale capacità richiede diversi livelli di autoconsapevolezza, tra cui la consapevolezza degli stati interni, un senso di sé basato sull'esperienza e la capacità di riconoscere gli elementi dell'ambiente rilevanti per i propri scopi.

La seconda componente in tale modello è la pianificazione (planning) che richiede diverse capacità cognitive, tra cui il mantenimento dell'attenzione e la possibilità di assumere un atteggiamento oggettivo nei confronti di sé e dell'ambiente. Essa implica, inoltre, la capacità di considerare alternative, valutarle, effettuare scelte e costruire una struttura concettuale in grado di guidare l'azione.

La terza componente viene definita attuazione dei piani (purposive action) e si riferisce al fatto che la realizzazione concreta di un'intenzione richiede la capacità di

avviare, mantenere, modificare e concludere sequenze di azioni complesse in modo organizzato e coordinato.

Infine, l'ultima componente è la prestazione efficace (effective performance) che dipende dalla capacità di controllare e regolare la propria attività durante l'esecuzione. Questo include il monitoraggio continuo delle azioni, la capacità di individuare errori, correggerli e modulare aspetti qualitativi come il ritmo, l'intensità e la modalità della risposta.

Un ulteriore contributo alla comprensione delle funzioni esecutive proviene dal modello proposto da Baddeley e Hitch (1974) nel quale le funzioni di controllo venivano ricondotte all'esecutivo centrale (Central Executive) della memoria di lavoro.

Le prerogative dell'esecutivo centrale comprendono la flessibilità cognitiva e i meccanismi di inibizione con riferimento ai processi di shifting, multitasking, capacità di modulare l'attenzione e sopprimere selettivamente gli stimoli interferenti (Diamond, 2013).

Un modello più recente, invece, è quello di Miyake e colleghi (2000) che ha dato un grande contributo rilevante per la comprensione dell'organizzazione delle funzioni esecutive. Gli autori mettono in discussione l'idea di un sistema esecutivo unitario come quello proposto da Shallice e Norman e Baddeley e Hitch, proponendo una struttura complessa dove possono convivere componenti funzionalmente differenti. Tale modello individua tre componenti delle funzioni esecutive quali la flessibilità cognitiva (shifting), l'aggiornamento della memoria di lavoro (updating) e l'inibizione (inhibition).

La flessibilità cognitiva fa riferimento alla capacità di passare in modo flessibile tra compiti, operazioni o set mentali differenti. L'aggiornamento della memoria di

lavoro riguarda il monitoraggio e l'aggiornamento continuo delle informazioni contenute nella WM attraverso la sostituzione di contenuti non rilevanti con nuove informazioni coerenti. L'inibizione consiste nella capacità di sopprimere risposte automatiche o dominanti quando risultano inappropriate rispetto agli obiettivi del compito.

Queste tre componenti risultano tra loro correlate ma distinguibili, evidenziando come le funzioni esecutive presentino contemporaneamente aspetti di unità e di differenziazione.

Un contributo importante nel panorama degli studi delle funzioni esecutive è di Adele Diamond. L'autrice individua sulla scia del modello di Miyake tre funzioni esecutive di base dette "core executive function" ovvero l'inibizione, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva (Diamond, 2013).

Tali componenti costituiscono i processi fondamentali del controllo cognitivo e sono strettamente interconnesse. A partire da queste funzioni di base, si sviluppano abilità esecutive più complesse quali il ragionamento, la pianificazione e il problem-solving (Diamond, 2013).

Nel complesso, l'evoluzione dei modelli teorici evidenzia un progressivo passaggio da concezioni unitarie delle funzioni esecutive a prospettive che ne sottolineano la natura multidimensionale. Pur differendo per gli aspetti enfatizzati, tali prospettive convergono nel considerare le funzioni esecutive come processi centrali per il controllo volontario del comportamento e per l'adattamento flessibile alle richieste dell'ambiente.

1.3 Le componenti delle funzioni esecutive

Attualmente, sulla base del modello “unity and diversity” di Miyake e colleghi (Miyake et al., 2000; Miyake & Friedman, 2012), le funzioni esecutive vengono generalmente suddivise in tre componenti principali ovvero l’inibizione, l’aggiornamento della memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva che vengono considerate tra loro correlate ma distinguibili sul piano funzionale.

Il controllo inibitorio fa riferimento alla capacità di regolare attenzione, comportamenti, pensieri ed emozioni al fine di inibire risposte automatiche o predominanti e mettere in atto comportamenti più adeguati alle richieste del contesto (Diamond, 2013). Tale abilità consente all’individuo di non agire esclusivamente sulla base di impulsi immediati, abitudini consolidate o stimoli ambientali, favorendo invece una risposta maggiormente consapevole e adattiva. Il controllo inibitorio rappresenta, quindi, un processo fondamentale per la modulazione del comportamento e per la capacità di adattarsi in modo flessibile alle diverse situazioni.

All’interno di tale costrutto vengono distinte due componenti ovvero l’autocontrollo che consiste nella capacità di sopprimere una risposta motoria dominante o automatica e il controllo dell’interferenza che comprende l’attenzione selettiva e l’inibizione cognitiva che permettono di bloccare l’accesso a informazioni irrilevanti o distraenti. Queste abilità vengono spesso valutate con compiti Go/ No-Go, Test di Stroop, il Test di Simon e il Test di Flanker (Diamond, 2013) .

L’inibizione quindi si rivela avere un ruolo importante in numerosi aspetti della vita quotidiana, poiché il comportamento umano e i processi cognitivi risultano strettamente legati alla capacità di sopprimere impulsi, pensieri e azioni non del tutto adeguate. Deficit nei processi inibitori sono riscontrabili in diversi disturbi clinici, tra

cui il disturbo ossessivo-compulsivo, il disturbo da deficit di attenzione e iperattività e la schizofrenia (Lipszyc & Schachar, 2010).

Quando invece parliamo di memoria di lavoro, facciamo riferimento alla capacità di mantenere temporaneamente le informazioni nella mente e manipolarle (Baddeley & Hitch, 1994). Vengono distinte due tipologie di memoria di lavoro sulla base del contenuto delle informazioni elaborate ovvero memoria di lavoro verbale e memoria di lavoro visuo-spaziale (Baddeley & Hitch, 1994).

Per comprendere meglio la struttura di tale costrutto, Baddeley (1996) approfondì il modello tripartito che ha permesso di comprendere più chiaramente il funzionamento della memoria di lavoro. Tale modello è strutturato dal sistema esecutivo centrale che rappresenta un meccanismo di supervisione capace di gestire i processi cognitivi, di selezionare e attivare i processi di controllo, coordinare le funzioni della memoria di lavoro, e attivare le informazioni nella memoria a lungo termine. Tale sistema corrisponde a ciò che Norman e Shallice definirono come Sistema Attenzionale Supervisore (SAS).

L'esecutivo centrale coordina altri due sistemi ovvero il loop fonologico, deputato all'elaborazione delle informazioni fonetiche e fonologiche, composto a sua volta da due sottosistemi ovvero un magazzino fonologico a breve termine e un sistema di ripetizione articolatoria e dal taccuino visuo-spaziale che riguarda la capacità di conservare ed elaborare informazioni visive e spaziali.

Successivamente, per superare alcuni limiti, Baddeley ha introdotto una quarta componente, definita buffer episodico ovvero un sistema temporaneo a capacità limitata che, sotto il controllo dell'esecutivo centrale, permette di legare insieme le informazioni provenienti da sistemi periferici e dalla memoria a lungo termine in rappresentazioni episodiche coerenti.

La memoria di lavoro risulta essenziale per comprendere informazioni che si sviluppano nel tempo, poiché consente di mantenere attivi gli eventi precedenti e metterli in relazione con quelli successivi (Diamond, 2013). Per tale motivo risulta molto importante nella comprensione del linguaggio scritto e orale, nei processi cognitivi come il calcolo mentale, la riorganizzazione delle informazioni, l'aggiornamento delle informazioni già presenti e la valutazione di possibili alternative.

La flessibilità cognitiva può essere descritta come la capacità di modificare il proprio comportamento in funzione dei feedback ambientali, delle indicazioni ricevute o in modo spontaneo (Dajani & Uddin, 2015). Tale abilità si fonda sul controllo inibitorio e sulla memoria di lavoro presentando uno sviluppo più tardivo rispetto alle altre funzioni esecutive (Diamond, 2013). La flessibilità cognitiva implica inoltre la capacità di adattarsi a cambiamenti nelle richieste o nelle priorità, modificare strategie non efficaci e considerare alternative differenti (Diamond, 2013).

È importante definire che le componenti appena citate sono quelle maggiormente rilevanti nella maggior parte dei modelli teorici delle funzioni esecutive, ma è significativo sottolineare che non sono le uniche abilità che ne fanno parte, infatti, nel corso della crescita si sviluppano ulteriori abilità quali problem solving, pianificazione, attenzione, e categorizzazione.

Inoltre, grazie agli studi di Zelazo e colleghi (2012) è stato possibile identificare quelle che vengono definite funzioni esecutive fredde (cold) che fanno riferimento ai processi di elaborazione principalmente cognitiva, attivandosi in situazioni astratte e neutrali dal punto di vista emotivo; e quelle che vengono definite funzioni esecutive calde (hot) che operano in contesti emotivamente rilevanti, motivazionalmente significativi o legati a ricompense e punizioni (Zelazo & Carlson, 2012).

In conclusione, questo primo capitolo evidenzia la complessità e la molteplicità dei processi di autoregolazione e delle funzioni esecutive. L'evoluzione dei modelli, a partire dall'approccio a stadi di Kopp (1982) fino alle più recenti prospettive neurobiologiche di Blair e colleghi, dimostra come il controllo comportamentale non sia un'abilità unitaria ma il risultato di una progressiva integrazione tra le componenti biologiche, emotive, cognitive e comportamentali che operano attraverso meccanismi bottom-up e top-down. Le funzioni esecutive, che rappresentano i meccanismi cognitivi che consentono il controllo volontario del comportamento e un adattamento flessibile alle esigenze ambientali costituiscono la base per lo sviluppo di competenze cognitive, sociali ed emotive sempre più complesse. Alla luce di ciò, risulta importante capire come queste abilità emergano e si sviluppino nei primi anni di vita e quali indicatori precoci possano permettere di predirne le traiettorie evolutive ed eventuali outcome successivi.

CAPITOLO 2: Lo sviluppo e gli indicatori precoci delle funzioni esecutive

2.1 Lo sviluppo delle funzioni esecutive 0-3 anni

Lo studio delle funzioni esecutive nei bambini di età compresa tra 0 e 3 anni è stato finora limitato, poiché le abilità sociali, motorie e linguistiche, ancora in fase di sviluppo, possono influenzare le prestazioni nei compiti di valutazione.

Ciononostante, le neuroscienze e la ricerca stanno mettendo in luce importanti precursori e predittori delle funzioni esecutive nei primi anni di vita, contribuendo a una migliore comprensione dei processi coinvolti e delle differenze individuali nelle traiettorie di sviluppo (Hendry et al., 2016).

Le evidenze suggeriscono che questi processi possano essere ricondotti a quattro domini ovvero il controllo dell'attenzione, l'autoregolazione e la reattività, la velocità di elaborazione e la flessibilità cognitiva. Questi domini sono particolarmente interconnessi durante lo sviluppo precoce e contribuiscono progressivamente all'emergere delle funzioni esecutive.

Mentre nell'età adulta le funzioni esecutive sono generalmente descritte come un insieme di componenti interrelate ma distinguibili, nella prima infanzia tale differenziazione risulta meno evidente. Diversi studi suggeriscono che le funzioni esecutive possano essere ricondotte a un unico costrutto nei primi anni di vita (Hughes et al., 2009; Wiebe et al., 2008), nonostante evidenze più recenti suggeriscano una parziale differenziazione delle componenti esecutive già a due e tre anni di età (Bernier et al., 2012; Garon et al., 2014). I dati, inoltre, indicano che nel corso dei primi tre anni, si sviluppino progressivamente le competenze che costituiranno le componenti delle

funzioni esecutive osservabili in età successive. Nello specifico, il passaggio da forme di controllo volontario del comportamento e dell'attenzione, inizialmente guidate da stimoli o dagli adulti, a modalità di risposta più autonome e orientate agli obiettivi, avviene gradualmente e sembra caratterizzare il terzo anno di vita (Hendry et al., 2016).

Tra i domini coinvolti, un ruolo centrale è attribuito al controllo dell'attenzione, che rappresenta uno dei primi processi cognitivi a emergere durante lo sviluppo e un importante precursore delle funzioni esecutive.

Nei primi mesi di vita, l'orientamento attentivo è guidato principalmente dalle caratteristiche salienti degli stimoli. In particolare, nel primo mese, i neonati mostrano difficoltà a distogliere lo sguardo da stimoli salienti o rilevanti, un fenomeno che viene definito *sticky o obligatory attention* ovvero lunghi periodi di fissazione sullo stimolo, legati all'im maturità dei meccanismi di controllo dell'orientamento visivo. Con la maturazione di tali meccanismi, tra i tre e quattro mesi, si osserva un miglioramento nella capacità di distogliere l'attenzione (Johnson et al., 1991).

Petersen e Posner (2012), riprendendo e aggiornando il loro modello del 1990, descrivono il sistema attentivo come risultato dell'interazione di tre reti funzionalmente distinte ovvero la rete di allerta (*alerting*) responsabile del mantenimento dello stato di allerta dell'organismo rispetto agli stimoli in arrivo, la rete di orientamento (*orienting*) coinvolta nella selezione e nello spostamento dell'attenzione verso stimoli rilevanti e la rete attentiva esecutiva (*executive attention*) deputata al controllo volontario del comportamento, al monitoraggio del conflitto e alla regolazione top-down dei processi cognitivi. Gli autori sottolineano che queste reti sono anatomicamente distinte dai sistemi responsabili dell'elaborazione degli stimoli, ma esercitano su di essi un'influenza regolatrice attraverso specifiche connessioni neurali. Durante i primi anni di vita, il controllo dell'attenzione dipende principalmente dalla rete di orientamento, e

solo gradualmente emerge il ruolo della rete dell'attenzione, a supporto dell'autoregolazione, dell'*effortful control* e del controllo volontario del comportamento (Petersen & Posner., 2012).

Hendry e colleghi (2016), integrando tali evidenze, definiscono come questa transizione dalla predominanza della rete di orientamento a un maggiore coinvolgimento dell'attenzione esecutiva accompagni l'emergere delle funzioni esecutive nei primi anni di vita.

Le prime manifestazioni del controllo attentivo possono essere osservate già tra il secondo e il quarto mese, quando le abilità di orientamento visivo si sviluppano rapidamente. In particolare, si osserva una crescente capacità di distogliere l'attenzione da uno stimolo e riorientarla verso uno nuovo.

Johnson, Posner e Rothbart (1991), esaminando neonati di due, tre e quattro mesi, hanno studiato tre aspetti dell'orientamento visivo ovvero la capacità di distogliere lo sguardo da uno stimolo, la produzione di movimenti oculari anticipatori e l'apprendimento di una relazione contingente tra un indizio centrale e la posizione spaziale di un bersaglio. I risultati indicano che solo i neonati di quattro mesi sono in grado di distogliere più facilmente lo sguardo da uno stimolo centrale attraente per orientarsi verso un bersaglio periferico. Inoltre, lo stesso gruppo ha mostrato una percentuale più elevata di sguardi anticipatori e prove di apprendimento contingente tra il segnale centrale e la posizione del bersaglio. Tali risultati mostrano che le abilità di orientamento visivo si sviluppano rapidamente tra i due e quattro mesi e che il disimpegno attentivo rappresenta una precoce componente del controllo dell'attenzione. Gli autori, inoltre, hanno notato anche che le tre misure considerate non sono significativamente correlate tra loro, indicando che potrebbero dipendere da circuiti distinti che maturano in parallelo durante questo periodo dello sviluppo. Per spiegare i

risultati gli autori hanno considerato due prospettive teoriche complementari, interpretando il miglioramento tra i tre e quattro mesi sia alla luce della maturazione dei percorsi neurali coinvolti nel controllo oculomotorio sia in relazione allo sviluppo del sistema attentivo posteriore, che include strutture coinvolte nello spostamento dell'attenzione e nel disimpegno da uno stimolo, come la corteccia parietale posteriore, il pulvinar e il collicolo superiore. Si osserva che queste prospettive sono coerenti con i risultati ottenuti, suggerendo che il rapido sviluppo osservato tra i tre e quattro mesi rifletta la graduale maturazione dei meccanismi alla base del controllo dell'attenzione (Johnson et al., 1991).

Nel corso del primo anno, il controllo dell'attenzione non implica soltanto la capacità di spostare lo sguardo, ma anche la capacità di mantenere l'attenzione su uno stimolo e resistere alla distrazione. Tale aspetto è rilevante perché l'attenzione sostenuta promuove lo sviluppo di comportamenti orientati a un obiettivo e all'autoregolazione, permettendo al bambino di mantenere il controllo sulle informazioni elaborate nonostante la presenza di stimoli concorrenti.

Un contributo importante proviene dallo studio di Kannass, Oakes e Shaddy (2006), che hanno indagato longitudinalmente la continuità e la stabilità delle differenze individuali nell'allocatione dell'attenzione e nella distraibilità a sette, nove e trentuno mesi attraverso due compiti: uno di gioco libero e uno tramite un paradigma di distraibilità. I risultati mostrano sia elementi di continuità nello sviluppo sia differenze legate all'età. Nello specifico, le latenze di orientamento ai distrattori osservate durante episodi di attenzione focalizzata a nove mesi, sono risultate associate sia alla capacità di resistere alle distrazioni a trentuno mesi, sia alla durata dei singoli momenti di attenzione nel compito di gioco libero alla stessa età. A livello trasversale, mentre a sette e nove mesi non sono emerse correlazioni tra i diversi compiti attentivi, a trentuno mesi

si osserva una maggiore convergenza tra le misure attentive tra i due compiti, per cui i bambini più abili nel resistere ai distrattori periferici mostrano anche una maggiore persistenza e una minore frammentazione dell'attenzione durante il gioco. I risultati forniscono prove del graduale consolidamento delle differenze individuali nell'allocazione, evidenziando che la continuità delle prestazioni varia in funzione della maturazione dei sistemi attentivi e dell'emergere del controllo attentivo endogeno e quindi della transizione progressiva da un controllo guidato da fattori esogeni nel primo anno di vita a forme più volontarie (Kannass et al., 2006).

Un'ulteriore conferma del valore predittivo dell'attenzione precoce è offerta dallo studio di Johansson e colleghi (2015). Gli autori hanno esaminato se l'attenzione sostenuta, valutata durante il gioco libero a dodici mesi, potesse predire le differenze individuali nelle funzioni autoregolatorie a ventiquattro mesi. Le funzioni esecutive sono state valutate con una versione *eye-tracking* del compito A-non-B, mentre l'effortful control è stato valutato tramite questionari compilati dai genitori. I risultati mostrano che livelli più elevati di attenzione sostenuta a un anno, predicono prestazioni migliori nelle funzioni esecutive e livelli più elevati di effortful control a due anni, confermando l'ipotesi che l'attenzione costituisca una base evolutiva per lo sviluppo dell'autoregolazione. Tale studio è rilevante perché distingue tra funzioni esecutive, intese come costrutto cognitivo, e l'effortful control, considerato invece come una dimensione temperamentale più ampia della regolazione. Le due misure di autoregolazione ovvero le funzioni esecutive, valutate con il compito A-non-B e, l'effortful control valutato con i resoconti da parte dei genitori, erano significativamente correlate a due anni, ma non a un anno, indicando che la relazione tra le due funzioni si consolida nel corso dello sviluppo (Johansson et al., 2015). Tale risultato è coerente con l'ipotesi definita da Garon et al., 2008 e ripresa successivamente da Posner e Rothbart,

secondo cui l'attenzione sostenuta costituirebbe una base evolutiva per lo sviluppo delle future funzioni di autoregolazione, ipotesi confermata empiricamente dallo studio di Johansson et al. (2015), che ha mostrato come l'attenzione sostenuta a un anno predica sia le funzioni esecutive sia l'effortful control a due anni.

Nonostante il controllo dell'attenzione rappresenti uno dei primi processi cognitivi coinvolti nello sviluppo delle funzioni esecutive, non è l'unico dominio a mostrare una precoce capacità predittiva. Contemporaneamente, nei primi anni di vita, i bambini sviluppano anche la capacità di modulare le risposte emotive e comportamentali, dando origine ai processi di autoregolazione e reattività anch'essi coinvolti nello sviluppo delle funzioni esecutive.

Un altro dominio rilevante, infatti, è rappresentato dall'autoregolazione e dalla reattività che nella prima infanzia è strettamente associata al temperamento. Il temperamento può essere infatti definito come l'insieme delle differenze individuali nella reattività e nell'autoregolazione, osservabili negli ambiti dell'affettività, dell'attività motoria e dell'attenzione (Rothbart & Bates., 2006).

La reattività fa riferimento al modo in cui un soggetto risponde ai cambiamenti nell'ambiente interno o esterno, valutata in base alla latenza, alla durata e all'intensità delle reazioni motorie, attentive ed emotive. L'autoregolazione comprende i processi responsabili della modulazione della reattività, in particolare l'attenzione esecutiva e l'effortful control (Rothbart et al., 2011).

L'interazione tra reattività emotiva e i processi di regolazione nello sviluppo delle funzioni esecutive è stata esaminata da molti studi longitudinali, che hanno evidenziato come tali dimensioni contribuiscano a predire il successivo sviluppo delle capacità di controllo cognitivo.

Ursache e colleghi (2013) hanno analizzato longitudinalmente il rapporto tra reattività emotiva, regolazione e sviluppo delle funzioni esecutive. La reattività e la regolazione sono state osservate a sette, quindici e ventiquattro mesi mediante un compito volto a suscitare paura, mentre le funzioni esecutive sono state valutate a quarantotto mesi. I risultati indicano che a quindici mesi la reattività negativa non presenta un'associazione diretta con le successive funzioni esecutive, ma evidenziano un effetto di interazione tra reattività e regolazione emotiva. In particolare, migliori capacità di regolazione sono collegate a prestazioni più elevate nelle funzioni esecutive nei bambini con alta reattività emotiva, mentre livelli più bassi di regolazione sono associati a risultati meno favorevoli. D'altra parte, nei bambini con bassa reattività, la regolazione non mostra una relazione significativa con le funzioni esecutive successive. Questi risultati suggeriscono che il legame tra la reattività emotiva precoce e le successive funzioni esecutive dipende dalle capacità di regolazione emotiva del bambino. Gli autori hanno inoltre riscontrato che, i bambini con alta reattività ed elevata regolazione, avevano ricevuto livelli più elevati di genitorialità positiva rispetto agli altri. Ciò viene interpretato sulla base dei modelli della suscettibilità differenziale e della sensibilità biologica al contesto, per cui un'elevata reattività potrebbe essere indicatore di plasticità, con conseguenti esiti positivi in condizioni di supporto e risultati meno adattivi quando la regolazione e il sostegno ambientale risultano insufficienti. Tuttavia, la natura correlazionale dei risultati evidenzia la difficoltà di stabilire una relazione causale tra qualità dell'ambiente, regolazione emotiva e future funzioni esecutive (Ursache et al., 2013).

Un risultato simile emerge dallo studio di Kim e Kochanska (2012), che hanno analizzato il ruolo moderatore dell'emotività negativa nella prima infanzia nella relazione tra l'orientamento di responsività reciproca tra caregiver e bambino e il

successivo sviluppo dell'autoregolazione. L'emotività negativa è stata valutata a sette mesi, la qualità della relazione con ciascun caregiver a quindici mesi con il Mutually Responsive Orientation, e l'autoregolazione a venticinque mesi con compiti di effortful control e misure di obbedienza ai genitori. I risultati mostrano che l'emotività negativa modera l'associazione tra l'orientamento di responsività reciproca madre-bambino e la successiva autoregolazione, ma non quella tra padre-bambino. Nello specifico, per i bambini con elevata emotività negativa, la mancanza di reciprocità nella relazione con la madre costituisce un fattore di rischio per lo sviluppo dell'autoregolazione. Al contrario, la presenza di un'interazione positiva e reciprocamente sintonizzata genera un effetto positivo. Infatti, in tali condizioni, i bambini con forte emotività negativa raggiungono livelli di autoregolazione superiori a quelli registrati nei bambini meno reattivi. Anche tali risultati sembrano coerenti con il modello della suscettibilità differenziale, suggerendo che l'emotività negativa non sia necessariamente un fattore di vulnerabilità ma possa essere indicatore di plasticità e sensibilità al contesto relazionale, rendendo alcuni bambini più sensibili sia agli effetti negativi sia a quelli positivi (Kim & Kochanska, 2012).

Il valore predittivo delle prime capacità di autocontrollo è confermato anche nello studio longitudinale condotto da Friedman e colleghi (2011), i quali hanno osservato come i bambini meno capaci di rispettare il divieto di toccare un giocattolo tra i quattordici e trentasei mesi mostrano prestazioni inferiori nel fattore comune delle funzioni esecutive durante l'adolescenza. Questi risultati mostrano che le differenze individuali nelle prime forme di autoregolazione sono associate a successive differenze individuali nelle funzioni esecutive, evidenziando una continuità nello sviluppo del controllo cognitivo (Friedman et al., 2011).

Oltre ai processi di autoregolazione, la letteratura identifica la velocità di elaborazione come un altro ambito coinvolto nello sviluppo precoce delle funzioni esecutive, definita come l'efficienza con cui i bambini elaborano e codificano rapidamente le informazioni provenienti dall'ambiente. Nei primi anni di vita, questa abilità viene studiata principalmente attraverso paradigmi visivi, poiché lo sguardo è uno dei principali canali attraverso cui si possono dedurre i processi attentivi e cognitivi. A questo proposito, parametri quali la durata di fissazione, la velocità di abituazione a uno stimolo e i tempi di reazione oculare vengono considerati indicatori dell'efficienza con cui il bambino elabora le informazioni visive.

Un contributo considerevole deriva dalle ricerche sull'abituazione visiva. Colombo e Mitchell (2009) descrivono l'abituazione visiva come una diminuzione graduale dell'attenzione verso uno stimolo presentato ripetutamente. Gli autori fanno riferimento al modello del comparatore di Sokolov (1960), basato sul riflesso di orientamento. Secondo il modello, la presentazione di un nuovo stimolo provoca inizialmente un'intensa risposta di orientamento. Con esposizioni ripetute, l'organismo costruisce gradualmente una rappresentazione interna dello stimolo e la confronta con le informazioni provenienti dall'ambiente. La risposta di orientamento diminuisce all'aumentare della corrispondenza tra stimolo esterno e rappresentazioni interne, portando a un graduale processo di abituazione. Da tale prospettiva, le differenze individuali nella velocità con cui si verifica tale diminuzione, possono essere interpretate come indicatori della velocità di codifica e apprendimento, perciò, i bambini che si abituano più rapidamente elaborerebbero e codificherebbero lo stimolo più velocemente rispetto a quelli che mostrano un'abituazione più lenta. Da una prospettiva evolutiva, le misure derivate dai paradigmi di abituazione mostrano cambiamenti significativi durante il primo anno di vita. Nello specifico, nelle procedure a prove fisse

(fixed-trial), la durata dello sguardo rivolto allo stimolo tende a diminuire con l'età, mentre la velocità di abituazione aumenta. Nelle procedure controllate dai neonati (infant-controlled), la durata dello sguardo diminuisce con l'età, sebbene con l'aumentare dell'età la forma della curva di abituazione tenda a diventare meno ripida perché la durata iniziale dello sguardo diminuisce e il declino nel corso delle prove risulta gradualmente meno pronunciato. Gli autori, sottolineano che la durata della fissazione visiva non è un'unica misura della velocità di elaborazione dell'informazione, ma riflette l'interazione di molteplici componenti cognitive e attentive coinvolte, tra cui l'arousal, i meccanismi attentivi e i sistemi di orientamento visuospatiale (Colombo & Mitchell., 2009).

Un altro metodo per valutare la velocità di elaborazione nei lattanti è rappresentato dal Visual Expectation Paradigm (VExP). Canfield e colleghi (1997) hanno utilizzato questo paradigma in uno studio longitudinale volto a seguire i cambiamenti nello sviluppo dell'elaborazione delle informazioni visive durante il primo anno di vita. Gli autori hanno registrato i tempi di reazione delle saccadi e le risposte anticipatorie in un campione di tredici bambini valutati mensilmente dai due ai nove mesi e nuovamente al dodicesimo mese. I risultati mostrano una graduale riduzione dei tempi di reazione, soprattutto nei primi mesi, e una tendenza alla stabilizzazione, suggerendo un aumento della velocità di elaborazione. È stata osservata anche una riduzione della variabilità intraindividuale nei tempi di risposta e nella latenza delle saccadi anticipatorie. Lo sviluppo dell'anticipazione non risulta del tutto lineare, perché tra i nove e i dodici mesi è emersa una diminuzione sia della latenza sia della percentuale di risposte anticipatorie. Per quanto riguarda le differenze individuali, gli autori hanno osservato che le misure dei tempi di reazione mostrano una maggiore

stabilità rispetto agli indici di anticipazione e di variabilità, che si sono rivelati meno stabili nel corso delle valutazioni (Canfield et al., 1997).

Un aspetto particolarmente interessante riguarda il significato evolutivo delle differenze individuali nell'elaborazione delle informazioni e la loro possibile associazione con lo sviluppo cognitivo. A tal proposito, Rose e colleghi (2012) hanno condotto uno studio longitudinale per esaminare la relazione tra attenzione, velocità di elaborazione e memoria valutate a sette, dodici, ventiquattro e trentasei mesi e successivamente a undici anni. I risultati hanno mostrato che le prime misurazioni di velocità di elaborazione e memoria erano associate in modo indipendente alla memoria di lavoro e alla flessibilità cognitiva. In particolare, le prime capacità di elaborazione delle informazioni spiegano il nove e il diciannove per cento della varianza nella memoria di lavoro, nell'inibizione e nella flessibilità cognitiva. Tali risultati suggeriscono che le competenze cognitive di base osservabili già nella prima infanzia, possono rappresentare importanti precursori dello sviluppo delle funzioni cognitive complesse, sebbene ciò non implichi necessariamente una relazione causale diretta (Rose et al., 2012).

Tra i precursori dello sviluppo delle funzioni esecutive, un ulteriore dominio è quello della flessibilità cognitiva che rappresenta uno dei processi che emerge più tardivamente. Essa può essere definita come la capacità di modificare il proprio comportamento o il modo di pensare in risposta alle mutevoli esigenze ambientali, adattando strategie o criteri di risposta in funzione del contesto.

Hendry e colleghi (2016) descrivono la flessibilità cognitiva come un'abilità che si sviluppa gradualmente nei primi anni di vita attraverso l'emergere e la progressiva integrazione di abilità come il mantenimento e l'aggiornamento delle informazioni, il passaggio da un compito all'altro e la risoluzione del conflitto. Nonostante alcune

abilità siano già presenti nel primo anno di vita, la capacità di combinare e controllare tali processi in modo flessibile e di usarli in compiti esecutivi continua a svilupparsi dai tre anni in poi.

Tale interpretazione è coerente con il modello gerarchico di Garon, Bryson e Smith (2008) e successivamente confermata da Garon e colleghi (2014). Secondo questo modello, le componenti più complesse delle funzioni esecutive si sviluppano attraverso la graduale integrazione di processi esecutivi più semplici. Da questa prospettiva, la flessibilità cognitiva rappresenta una funzione esecutiva più complessa poiché richiede il contributo combinato della memoria di lavoro e del controllo inibitorio, nonché la capacità di spostare l'attenzione. In linea con il modello, durante gli anni della prima infanzia, le funzioni esecutive più complesse seguono traiettorie di sviluppo differenti rispetto a quelle più semplici (Garon et al., 2014).

Le principali evidenze sullo sviluppo precoce della flessibilità cognitiva derivano da studi condotti utilizzando il Dimensional Change Card Sort (DCCS), un paradigma impiegato per valutare la capacità di modificare il comportamento in risposta a un cambiamento delle regole di classificazione. Usando questo paradigma, Zelazo, Frye e Rapus (1996) hanno osservato che la maggior parte dei bambini di tre anni continua a classificare le carte secondo la regola iniziale anche dopo aver ricevuto l'istruzione di usare il nuovo criterio. Un risultato significativo riguarda il fatto che questi bambini dimostrano una conoscenza esplicita delle regole dopo il cambiamento, rispondendo correttamente alle domande al riguardo, ma non riescono ad applicarle per guidare il proprio comportamento. Gli autori interpretano questa dissociazione tra conoscenza e azione come prova del fatto che la difficoltà non risiede nella comprensione delle istruzioni o nella memoria delle regole, ma nella capacità di usarle in maniera flessibile per guidare il comportamento. Al contrario, la maggior parte dei

bambini di quattro anni è stata in grado di usare le nuove regole, mostrando un progressivo aumento della capacità di controllare il pensiero e l'azione di fronte a richieste contrastanti (Zelazo et al., 1996).

Zelazo e colleghi (2003) hanno proposto la *Cognitive Complexity and Control-Revised Theory (CCC-r)*, un modello secondo il quale i cambiamenti evolutivi nelle funzioni esecutive dipendono dalla crescente complessità dei sistemi di regole che i bambini sono in grado di formulare e utilizzare. Nelle prime fasi dello sviluppo, i bambini più piccoli sono in grado di riconoscere e applicare separatamente diverse coppie di regole, ma hanno difficoltà a riflettere su come queste si relazionano tra loro e, di conseguenza, a integrarle in un unico sistema gerarchico. Più avanti, con la maturazione, diventano in grado di elaborare una regola di ordine superiore che permette loro di scegliere la coppia di regole appropriate a seconda di ciò che richiede il compito. In questo senso, la perseverazione che si osserva nei bambini più piccoli riflette un livello immaturo di integrazione e coordinamento tra diverse rappresentazioni di regole, piuttosto che una completa mancanza di conoscenza delle regole stesse (Zelazo et al., 2003).

Alla luce delle prove presentate, è chiaro che lo sviluppo delle funzioni esecutive nei primi tre anni di vita non dipende dall'improvvisa comparsa di abilità cognitive mature, bensì dalla graduale organizzazione e integrazione di processi precedenti che ne costituiscono i precursori primari.

2.2 Le traiettorie evolutive e il cambiamento longitudinale

Lo studio dello sviluppo cognitivo ci impone di considerare non solo le abilità che emergono in specifiche fasi dello sviluppo, ma anche il modo in cui tali abilità cambiano, vengono mantenute e riorganizzate nel tempo. La prospettiva evolutiva, infatti, considera lo sviluppo come un processo dinamico caratterizzato da cambiamenti interindividuali organizzati, sistematici e sequenziali che si verificano all'interno delle relazioni tra l'individuo e il contesto.

Da questa prospettiva, comprendere come le competenze cambino nel tempo è un passo fondamentale per interpretare sia i cambiamenti che si verificano all'interno di un singolo individuo, sia le differenze tra individui nei modelli e nei ritmi di tali cambiamenti (Lerner et al., 2015).

Nella psicologia dello sviluppo, gli studi longitudinali consentono di descrivere i cambiamenti nel tempo attraverso diversi livelli di osservazione e valutazioni ripetute sugli stessi individui. A tal proposito, Bornstein e colleghi (2017) hanno sottolineato come, fino ad oggi, la scienza si sia interessata sia alla costanza sia al cambiamento delle caratteristiche nel corso del tempo e hanno proposto di analizzarle da due prospettive ossia la continuità-discontinuità dello sviluppo e la stabilità-instabilità.

In particolare, la continuità descrive il mantenimento del livello medio di una data caratteristica all'interno di un gruppo nel corso del tempo, mentre la discontinuità indica un cambiamento di quel livello medio tra le misurazioni diverse. La stabilità, invece, riguarda il mantenimento dell'ordine relativo degli individui all'interno del gruppo, mentre l'instabilità si riferisce ai cambiamenti di tale ordine durante lo sviluppo.

Queste due prospettive sono dimensioni separate dello sviluppo e possono perciò manifestarsi in modo indipendente. È quindi possibile osservare continuità a livello delle medie di gruppo in presenza di instabilità nelle differenze individuali, o, al contrario, rilevare cambiamenti nel livello medio di una caratteristica mentre la posizione relativa dei singoli rimanga stabile. Ne consegue che i due concetti descrivono aspetti diversi del cambiamento evolutivo e, sebbene complementari, non possono essere considerati sinonimi (Bornstein et al., 2017).

Un altro concetto tratto dalla letteratura riguarda la continuità omotipica ed eterotipica, che consente di descrivere come lo stesso costrutto possa manifestarsi nel corso dello sviluppo (Petersen et al., 2020).

La continuità omotipica descrive le situazioni in cui lo stesso costrutto mantiene nel tempo sia gli stessi processi psicologici sottostanti sia la stessa manifestazione comportamentale. In questi casi, il costrutto può essere osservato attraverso indicatori che rimangono sostanzialmente invariati nelle varie fasi dello sviluppo, rendendo possibile l'utilizzo degli stessi metodi di misurazione nel tempo. Al contrario, la continuità eterotipica descrive la persistenza dello stesso processo psicologico sottostante nonostante i cambiamenti nelle manifestazioni comportamentali nel corso dello sviluppo. Il costrutto, quindi, conserva il proprio significato ma si esprime attraverso comportamenti diversi a seconda dell'età e del contesto.

La continuità eterotipica è di grande rilevanza nella psicologia dello sviluppo, poiché molti costrutti non mantengono la stessa espressione nel tempo, pur conservando lo stesso significato psicologico sottostante. In questi casi, l'osservazione di manifestazioni dissimili nelle diverse fasi dello sviluppo non implica necessariamente che il costrutto sia cambiato, ma può riflettere un cambiamento nelle modalità con cui si manifesta (Petersen et al., 2020).

Le implicazioni della continuità eterotipica riguardano non solo la comprensione dello sviluppo, ma anche la valutazione empirica. Petersen e colleghi (2020) hanno evidenziato che quando un costrutto modifica la propria manifestazione comportamentale nel tempo, l'uso della stessa misura a età diverse possa non valutare più lo stesso costrutto e, di conseguenza, condurre a inferenze inaccurate sulle traiettorie di sviluppo. Per questo motivo, gli autori evidenziano l'importanza di usare strumenti di valutazione in grado di tenere conto dei cambiamenti nella manifestazione del costrutto, consentendo di preservarne allo stesso tempo il significato teorico. Da questa prospettiva, la scelta delle misure è un fattore chiave per descrivere accuratamente la continuità e il cambiamento nel corso dello sviluppo (Petersen et al., 2020).

In sintesi, le distinzioni tra continuità e stabilità, così come tra continuità omotipica ed eterotipica, mostrano che lo sviluppo non può essere interpretato solo sulla base della presenza o assenza di cambiamento. Comprendere le traiettorie di sviluppo richiede di considerare sia i modi in cui i costrutti si modellano nel tempo, sia il modo in cui tali cambiamenti vengono osservati e misurati con strumenti opportuni per le varie fasi dello sviluppo.

2.3 Il valore predittivo e le implicazioni degli indicatori precoci delle funzioni esecutive

Lo sviluppo delle funzioni esecutive fa parte di un complesso processo evolutivo in cui gli aspetti cognitivi, emotivi, biologici, sociali e culturali sono strettamente interconnessi. Diamond (2007) sottolinea che queste dimensioni non operano in modo indipendente, ma si influenzano a vicenda durante il corso dello sviluppo, rendendo necessario considerare la loro interazione continua per comprendere lo sviluppo del bambino.

Da questa prospettiva, l'identificazione precoce degli indicatori di sviluppo assume particolare rilevanza, poiché consente di indagare se le differenze individuali osservabili nei primi anni di vita siano associate a differenti traiettorie evolutive e a specifici esiti futuri.

A questo proposito, Ursache, Blair e Raver (2012), attraverso una revisione della letteratura sullo sviluppo dell'autoregolazione, evidenziano come diversi studi abbiano documentato il ruolo dell'autoregolazione nel rendimento scolastico durante la scuola dell'infanzia e i primi anni delle scuole elementari. Gli autori rilevano che molte delle evidenze disponibili dimostrano che differenti componenti dell'autoregolazione sono significativamente associate al rendimento scolastico e, in alcuni studi longitudinali ne costituiscono un fattore predittivo. La letteratura mostra che l'autoregolazione è stata studiata usando diversi indicatori, alcuni studi l'hanno valutata in termini di effortful control, altri attraverso il benessere socio-emotivo e le relazioni con insegnanti e pari, altri ancora attraverso la capacità di rimandare la gratificazione o attraverso le funzioni esecutive. Nonostante la relazione tra autoregolazione e rendimento scolastico sia ben documentata, gli autori mettono in luce che non è ancora chiaro in che modo i vari

aspetti cognitivi ed emotivi dell'autoregolazione siano distinti gli uni dagli altri e tuttavia contemporaneamente interconnessi (Ursache et al., 2012).

Con lo scopo di approfondire il rapporto tra funzioni esecutive e rendimento scolastico, Best, Miller e Naglieri (2011) hanno analizzato un campione rappresentativo della popolazione statunitense composto da bambini e adolescenti dai cinque ai diciassette anni per esaminare come questa relazione possa variare nel tempo. I risultati mostrano che le prestazioni nei compiti complessi di funzioni esecutive sono associate sia al rendimento matematico sia a quello nella lettura, con correlazioni moderate la cui intensità varia in relazione all'età, al compito esecutivo e all'abilità scolastica presa in considerazione. L'andamento delle associazioni risulta particolarmente simile nei due domini mettendo in luce come i processi esecutivi coinvolti nella pianificazione, nell'automonitoraggio e nell'applicazione flessibile delle strategie siano rilevanti trasversalmente sia per la matematica che per la lettura. Allo stesso tempo, l'associazione tra funzioni esecutive e prestazioni non era uniforme per tutte le abilità, in matematica per esempio le relazioni erano più forti con la risoluzione di problemi applicati che con il calcolo.

Ampliando la loro prospettiva sugli effetti a lungo termine dei primi indicatori di autoregolazione, Moffitt e colleghi (2011) hanno esaminato il valore predittivo dell'autocontrollo attraverso uno studio longitudinale con un campione seguito dalla nascita fino ai trentadue anni di età. L'autocontrollo è stato valutato durante il primo decennio attraverso osservazioni e resoconti di informatori multipli raccolti a tre, cinque, sette, nove e undici anni. I risultati evidenziano che l'autocontrollo predice molti esiti in età adulta relativi a tre domini principali ovvero la salute, la condizione finanziaria e la sicurezza pubblica. Un minore autocontrollo nell'infanzia risulta associato a condizioni di salute fisica peggiori, a un maggiore rischio di abuso di

sostanze e maggiori difficoltà economiche, con elevata probabilità di condanne penali. Le associazioni con questi esiti rimangono significative anche dopo aver controllato la classe sociale della famiglia di origine e il quoziente intellettivo.

Un ulteriore risultato riguarda la presenza di un gradiente di autocontrollo (*self-control gradient*). Gli autori osservano che le associazioni tra l'autocontrollo infantile e gli esiti in età adulta non si limitavano ai bambini con livelli estremamente bassi, ma emergevano lungo l'intera distribuzione del costrutto. Livelli progressivamente più bassi di autocontrollo risultano associati a salute peggiore, maggiori difficoltà economiche e una maggiore probabilità di condanne penali. Particolarmente rilevante per l'analisi dello sviluppo precoce è il fatto che le valutazioni dell'autocontrollo già effettuate in età prescolare sono state associate anche a esiti in termini di salute, situazione finanziaria e criminalità osservati all'età di trentadue anni. Lo studio, quindi, mostra che le differenze individuali nell'autocontrollo osservate nella prima infanzia possono essere importanti predittori precoci associati a molteplici esiti nell'arco dell'età adulta. Tuttavia, trattandosi di uno studio osservazionale e correlazionale, questi risultati mostrano associazioni longitudinali significative, ma non stabiliscono in modo definitivo una relazione causale diretta tra l'autocontrollo in età infantile ed esiti adulti (Moffitt et al., 2011).

In sintesi, le evidenze dimostrano che lo sviluppo delle funzioni esecutive è parte di un processo dinamico in cui molteplici fattori interagiscono continuamente durante tutto il percorso evolutivo. Gli studi menzionati indicano che tale sviluppo segue traiettorie caratterizzate da una notevole variabilità individuale e che le differenze osservabili nella prima infanzia sono collegate a esiti successivi in diversi ambiti del funzionamento, a partire dalle prestazioni scolastiche fino allo status socioeconomico in età adulta. Questi risultati dimostrano come lo studio delle funzioni esecutive nei primi

anni di vita sia un elemento importante per comprendere i successivi percorsi di sviluppo.

CAPITOLO 3: La ricerca

3.1 Introduzione agli obiettivi specifici

Come discusso nei capitoli precedenti, le funzioni esecutive emergenti nella prima infanzia si sviluppano seguendo traiettorie graduali caratterizzate da fenomeni quali la stabilità e discontinuità, continuità omotipica ed eterotipica e marcate differenze interindividuali. Questo studio, con lo scopo di documentare empiricamente tali traiettorie di sviluppo, si propone di analizzare la componente longitudinale di un progetto più ampio incentrato sull'applicazione di uno strumento di valutazione delle funzioni esecutive emergenti chiamato Baby-Fe.

Il progetto più ampio nel quale si inserisce questo lavoro ha adottato, fin dal 2025, un disegno trasversale per cui la batteria Baby-Fe è stata somministrata una sola volta a un campione di bambini di età tra i diciotto mesi e i trentasei mesi. Il presente lavoro si propone di affiancare a questo disegno una componente longitudinale, verificando, attraverso un follow-up a distanza di circa un anno, l'andamento delle prestazioni nel sottogruppo di bambini sottoposti ad una seconda somministrazione nel 2026.

Coerentemente con quanto espresso nel sottocapitolo 2.2 a proposito del valore dei disegni longitudinali, questa tipologia di approccio consente di osservare direttamente le traiettorie di sviluppo individuali seguendo nel tempo gli stessi bambini, anziché confrontare gruppi diversi di bambini con età diverse come avviene nei disegni trasversali. In tale modo, si superano i limiti interpretativi legati alla confusione tra

effetti dell'età ed effetti dovuti a differenze tra individui diversi, ottenendo informazioni più solide sulla sensibilità dello strumento al cambiamento nel tempo.

In particolare, lo studio persegue due obiettivi complementari. Il primo è verificare, a livello di gruppo, se i bambini sottoposti a una seconda somministrazione della batteria Baby-Fe mostrino un miglioramento medio delle prestazioni rispetto alla prima valutazione, in linea con le traiettorie di sviluppo delle funzioni esecutive emergenti descritte in letteratura. Il secondo, di natura più esplorativa, è verificare se questo cambiamento sia di entità sufficiente da poter essere distinto, a livello del singolo bambino, dalla naturale variabilità di misurazione dello strumento, attraverso il calcolo di un indice di cambiamento individuale.

3.2 Campione

Il campione è costituito dal sottogruppo di bambini che hanno preso parte a entrambe le somministrazioni della batteria Baby-Fe: una prima valutazione (T1), condotta nel 2025, e una seconda valutazione (T2), condotta nel 2026, a circa un anno di distanza. Sono stati inclusi nello studio longitudinale solamente i bambini per cui risultavano disponibili punteggi validi a entrambe le rilevazioni.

Ai fini del calcolo delle stime di affidabilità dello strumento (alfa di Cronbach), è stato inoltre utilizzato il campione più ampio valutato a T2, composto da 66 bambini di età compresa tra 18 e 38 mesi ($M = 29,2$; $DS = 4,8$), per il 58% femmine. Nel 15,4% dei casi sono state segnalate problematiche alla nascita. Sebbene quasi tutti i bambini siano nati in Italia (97%), il 64,6% è o è stato esposto a due o più lingue. I dati sociodemografici, disponibili per 59 famiglie, indicano che lavora il 75,8% delle madri e l'89,8% dei padri. Il diploma di scuola secondaria di secondo grado o professionale è il titolo di studio più frequente (43,9% delle madri e 51,7% dei padri). Una laurea è posseduta dal 36,4% delle madri e dal 17,3% dei padri, mentre il 19,7% delle madri e il 31% dei padri ha conseguito al massimo la licenza media.

Il sottocampione longitudinale è quindi composto da 15 bambini, costituendo un sottoinsieme di questo campione più ampio di età compresa tra i 19 e 29 mesi ($M=23,8$; $DS=3,1$; dato disponibile per 14 bambini su 15, per la presenza di un dato anagrafico mancante) alla prima somministrazione (T1) e tra 28 e 37 mesi ($M=32,9$; $DS=3,1$) alla seconda (T2), per il 46,7% femmine. Nel 26,7% dei casi sono state segnalate problematiche alla nascita e nel 20% dei casi i genitori hanno riportato preoccupazioni

relative allo sviluppo del bambino. I dati sociodemografici indicano che il 73,3% risulta occupato, e il titolo di studio più frequente è il diploma di scuola secondaria di secondo grado o professionale (66,7%), mentre una laurea magistrale è posseduta solo dal 13,3% e il 20% ha conseguito al massimo la licenza media.

3.3 Strumenti e procedura

Per la valutazione è stata usata la batteria Baby-Fe, uno strumento osservativo sviluppato per la fascia d'età 18-36 mesi e composto da quindici prove ludiche, ciascuna delle quali indaga uno o più domini delle funzioni esecutive emergenti (attenzione, memoria di lavoro, controllo inibitorio, flessibilità cognitiva, pianificazione, ritardo della gratificazione). Per ogni item la prestazione del bambino viene codificata attraverso un sistema di scoring su scala ordinale a tre livelli (0, 1, 2), e ai fini delle analisi è stato calcolato un punteggio medio complessivo, ottenuto come media dei punteggi ottenuti nei singoli item. Una descrizione dettagliata di tutte le prove e dei domini valutati è riportata in Appendice A.

Dato che a T1 è stata usata una modalità di codifica lievemente diversa rispetto a T2 per alcuni item, in tutte le analisi riportate è stato utilizzato il punteggio medio anziché il punteggio totale, in modo da rendere i punteggi delle due rilevazioni più direttamente confrontabili.

Le somministrazioni si sono svolte presso i nidi d'infanzia coinvolti nel progetto, in una stanza dedicata messa a disposizione dalle strutture. All'interno veniva predisposto un piccolo tavolo, ad altezza adeguata al bambino, attorno al quale erano collocate tre sedie, una per il bambino, una per l'educatrice e una per la sperimentatrice. La somministrazione seguiva l'ordine previsto dal protocollo Baby-Fe e, per ogni item, il punteggio veniva assegnato immediatamente al termine della singola prova secondo i criteri di scoring riportati nel protocollo. Eventuali osservazioni qualitative sul comportamento durante la prova venivano annotate in forma sintetica durante la

somministrazione, e se necessario, ampliate subito dopo la conclusione, per non interferire con l'esecuzione delle prove successive.

La durata della somministrazione era variabile da bambino a bambino, oscillando tra i venti e i trenta minuti circa. Nel caso in cui il bambino manifestasse agitazione o timore, si tentava dapprima di proseguire proponendo prove alternative, ma qualora questa strategia non fosse sufficiente, la somministrazione veniva sospesa e ripresa in una nuova giornata. Il ruolo dell'educatrice all'interno della stanza era infatti pensato solo per dare supporto e rassicurazione, senza interferire in nessun modo con la prova, favorendo maggiore tranquillità nel confronto con una figura esterna.

3.4 Tutela dei partecipanti

Prima dell'avvio della raccolta dati, sono stati organizzati degli incontri informativi preliminari sia con le educatrici sia con i genitori dei bambini coinvolti nel progetto. In queste occasioni sono stati mostrati gli obiettivi dello studio, le modalità di svolgimento delle valutazioni e le modalità di tutela della privacy di ogni partecipante, offrendo la possibilità di porre eventuali domande prima dell'inizio del progetto.

La partecipazione al progetto, approvato dal Comitato Etico dell'Università di Firenze, ha richiesto la firma del consenso informato da parte di uno o di entrambi i genitori, raccolto nell'ambito dello "Studio dei fattori individuali e ambientali che sottendono lo sviluppo delle capacità di autoregolazione e del funzionamento esecutivo", promosso dall'Università di Firenze e dall'Università degli studi di Genova. Il trattamento dei dati personali è stato effettuato in conformità al Regolamento UE 679/2016 e al D.Lgs. 101/2018, perciò i dati sono successivamente stati trattati in forma anonima tramite codice identificativo per garantire la privacy di ogni partecipante.

Contestualmente alla raccolta del consenso, ai genitori è stato chiesto di compilare anche un questionario socio-anagrafico, finalizzato a raccogliere informazioni descrittive sul campione generale della ricerca (dati anagrafici del bambino, eventuali fattori di rischio perinatali, esposizione linguistica, e caratteristiche sociodemografiche del nucleo familiare).

Coerentemente con la natura longitudinale dello studio, il consenso informato è stato nuovamente somministrato a tutti i genitori in occasione della seconda valutazione, incluse le famiglie che lo avevano già compilato nel 2025.

Al termine delle valutazioni è stata prevista una restituzione di quanto osservato, effettuata tramite colloqui orali, riservati alle maestre e ai genitori che avevano richiesto un riscontro.

3.5 Risultati

Le analisi statistiche condotte sui dati raccolti nelle due rilevazioni (T1 e T2) hanno perseguito due obiettivi complementari: valutare, a livello di gruppo, se lo strumento risultasse sensibile al cambiamento evolutivo atteso in questa fascia d'età, e verificare, a livello individuale, se tale cambiamento fosse di entità tale da poter essere considerato affidabile, ossia superiore alla naturale oscillazione di errore dello strumento. Data la numerosità campionaria ridotta ($N=15$), i risultati che seguono devono essere considerati come un'analisi esplorativa.

Analisi del cambiamento dei punteggi medi tra T1 e T2

Per comprendere se in media i bambini hanno mostrato dei cambiamenti, è stato condotto un test t per campioni appaiati per confrontare i punteggi ottenuti dai bambini nelle due rilevazioni. I punteggi sono risultati significativamente più elevati al tempo 2 ($M=1,09$; $DS=0,55$) rispetto al tempo 1 ($M=0,72$; $DS=0,46$), con un incremento medio di 0,37 punti, $t(14)=-2,56$, $p=0,023$, $IC_{95\%}$ dell'incremento $[0,06; 0,68]$. L'ampiezza dell'effetto è risultata moderata ($d=0,66$). I risultati forniscono una prima indicazione della sensibilità del test al cambiamento evolutivo a livello di gruppo.

Analisi del cambiamento individuale mediante Reliable Change Index

Al fine di esaminare il cambiamento individuale dei punteggi tra la prima e la seconda rilevazione, è stato calcolato, a scopo esplorativo, il *Reliable Change Index* (RCI; Jacobson & Truax, 1991). Tale indice consente di valutare se la variazione osservata nel punteggio di ciascun bambino sia sufficientemente ampia da superare quella attribuibile all'errore di misurazione dello strumento. Per ogni partecipante,

l'RCI è stato calcolato dividendo la differenza tra il punteggio ottenuto a T2 e quello ottenuto a T1 per l'errore standard della differenza:

$$RCI_i = \frac{X_{T2,i} - X_{T1,i}}{S_{diff}}$$

dove:

$$S_{diff} = SD_{T1} \sqrt{2(1 - r)}$$

In questa formula, SD_{T1} rappresenta la deviazione standard dei punteggi alla prima rilevazione, mentre r indica il coefficiente di affidabilità utilizzato per stimare l'errore di misurazione. In assenza di dati normativi e di una stima indipendente dell'affidabilità dello strumento, sono state impiegate, in via preliminare, la deviazione standard osservata a T1 ($SD=0,464$) e la correlazione tra i punteggi a T1 e T2 rilevata nel campione ($r=0,406$). L'errore standard della differenza è risultato pari a 0,506.

Per calcolare la soglia per cui un cambiamento di punteggio tra T1 e T2 è considerato affidabile, è stato adottato il criterio convenzionale di $\pm 1,96$, corrispondente a un intervallo di confidenza del 95%, e quindi calcolato il prodotto fra S_{diff} (0,506) e $\pm 1,96$. La variazione necessaria per essere considerata affidabile è risultata pari a circa $\pm 0,991$ punti. Pertanto, incrementi superiori a 0,991 punti sono stati classificati come aumenti affidabili, mentre diminuzioni superiori alla medesima soglia in valore assoluto sarebbero state classificate come diminuzioni affidabili (Tabella 1).

ID bambino	T1	T2	Differenza T2-T1	RCI	Classificazione
1	1,00	1,18	0,18	0,35	Cambiamento non affidabile
2	0,93	0,82	-0,11	-0,22	Cambiamento non affidabile
3	1,20	0,88	-0,32	-0,63	Cambiamento non affidabile
4	0,13	1,47	1,34	2,64	Aumento affidabile
5	1,07	0,82	-0,24	-0,48	Cambiamento non affidabile
6	1,00	1,47	0,47	0,93	Cambiamento non affidabile
7	0,20	1,82	1,62	3,21	Aumento affidabile
8	0,80	1,59	0,79	1,56	Cambiamento non affidabile
9	0,00	0,00	0,00	0,00	Cambiamento non affidabile
10	0,40	0,35	-0,05	-0,09	Cambiamento non affidabile
11	0,67	1,41	0,75	1,47	Cambiamento non affidabile
12	1,47	1,82	0,36	0,71	Cambiamento non affidabile
13	1,20	1,29	0,09	0,19	Cambiamento non affidabile
14	0,07	0,35	0,29	0,57	Cambiamento non affidabile
15	0,73	1,12	0,38	0,76	Cambiamento non affidabile

Tab 1. Punteggi a T1 e T2, differenza e Reliable Change Index calcolato usando la correlazione T1-T2 ($r=0.406$) come stima dell'affidabilità.

L'analisi ha mostrato che solamente due dei 15 bambini hanno presentato un incremento superiore alla soglia stabilita. Per il primo è stata osservata una variazione di 1,337 punti, corrispondente a un $RCI = 2,645$; per il secondo, la variazione è stata pari

a 1,624 punti, con un $RCI = 3,211$. In entrambi i casi, l'incremento può essere considerato superiore all'errore di misurazione stimato sulla base dei parametri adottati. Per i restanti 13 bambini, l' RCI è risultato compreso tra $-1,96$ e $+1,96$; le variazioni individuali osservate non possono quindi essere distinte con sufficiente sicurezza dalla variabilità di misurazione. Nessun bambino ha mostrato una diminuzione classificabile come affidabile.

Nel complesso, 10 bambini hanno ottenuto a T2 un punteggio superiore a quello di T1, quattro hanno presentato una diminuzione e uno ha mantenuto lo stesso punteggio. I risultati descrivono dunque una tendenza prevalentemente positiva, ma costituita, nella maggior parte dei casi, da incrementi di entità inferiore alla soglia richiesta dall' RCI . I due cambiamenti affidabili rappresentano variazioni particolarmente ampie rispetto a quelle osservate nel resto del campione. Non sarebbe tuttavia corretto concludere che lo strumento abbia rilevato un cambiamento soltanto in questi due bambini: gli altri partecipanti possono aver mostrato variazioni reali, ma non abbastanza grandi da essere distinte dall'errore di misurazione sulla base della procedura e dei parametri utilizzati.

Questi risultati devono essere interpretati con particolare cautela. Lo strumento non è ancora standardizzato e non sono disponibili parametri normativi né una stima indipendente della sua affidabilità test-retest. La deviazione standard e la correlazione T1-T2 sono state ricavate dallo stesso campione, composto da soli 15 bambini, e sono quindi suscettibili di notevole instabilità. Inoltre, in un periodo caratterizzato da cambiamenti evolutivi, la correlazione tra T1 e T2 non rappresenta necessariamente una misura pura dell'affidabilità: può riflettere contemporaneamente l'errore di misurazione e modificazioni autentiche nelle differenze individuali.

Il valore relativamente contenuto della correlazione ($r=0,406$) produce un errore standard elevato e, conseguentemente, una soglia di cambiamento particolarmente severa. Se si utilizza l'alfa di Cronbach, calcolato sul campione di 66 bambini a T2, come valore di affidabilità ($\alpha=0,823$), S_{diff} scende a 0,276 e la variazione necessaria per essere considerata affidabile risulta pari a circa + 0,541 punti. In questo caso 4 bambini su 15 risultano avere un cambiamento affidabile (Tabella 2).

ID bambino	T1	T2	Diff.(T2-T1)	RCI	Classificazione
1	1,00	1,18	0,18	0,64	Cambiamento non affidabile
2	0,93	0,82	-0,11	-0,40	Cambiamento non affidabile
3	1,20	0,88	-0,32	-1,15	Cambiamento non affidabile
4	0,13	1,47	1,34	4,84	Aumento affidabile
5	1,07	0,82	-0,24	-0,88	Cambiamento non affidabile
6	1,00	1,47	0,47	1,70	Cambiamento non affidabile
7	0,20	1,82	1,62	5,88	Aumento affidabile
8	0,80	1,59	0,79	2,86	Aumento affidabile

9	0,00	0,00	0,00	0,00	Cambiamento non affidabile
10	0,40	0,35	-0,05	-0,17	Cambiamento non affidabile
11	0,67	1,41	0,75	2,70	Aumento affidabile
12	1,47	1,82	0,36	1,29	Cambiamento non affidabile
13	1,20	1,29	0,09	0,34	Cambiamento non affidabile
14	0,07	0,35	0,29	1,04	Cambiamento non affidabile
15	0,73	1,12	0,38	1,39	Cambiamento non affidabile

Tab.2. Punteggi a T1 e T2, differenza e Reliable Change Index calcolato l'alpha di Cronbach ($\alpha=0,823$, $N=66$) come stima dell'affidabilità.

Le classificazioni ottenute devono quindi essere considerate preliminari e descrittive, e non possono essere interpretate come dimostrazione della capacità già accertata dello strumento di misurare il cambiamento affidabile del singolo bambino.

I risultati dell'RCI devono infine essere letti congiuntamente a quelli del t-test per campioni appaiati. Quest'ultimo ha evidenziato un aumento statisticamente significativo dei punteggi medi tra T1 e T2, con un incremento medio di circa 0,37 punti e un'ampiezza dell'effetto moderata. Il t-test e l'RCI non forniscono risultati contraddittori, poiché rispondono a domande differenti: il primo verifica se il campione

presenti complessivamente un cambiamento medio sistematico, mentre il secondo valuta se la variazione di ciascun bambino superi l'errore di misurazione stimato. Un insieme di incrementi individuali piccoli o moderati può produrre un cambiamento medio statisticamente significativo senza che ciascuno di essi superi la soglia, più elevata, prevista dall'RCI.

Nel loro insieme, le analisi forniscono quindi una prima indicazione della sensibilità del test al cambiamento evolutivo a livello di gruppo. Non consentono invece di concludere, allo stato attuale, che lo strumento possieda una sensibilità sufficientemente documentata per il monitoraggio affidabile del cambiamento a livello individuale. La conferma di questa proprietà richiederà studi condotti su campioni più ampi e la disponibilità di stime indipendenti dell'affidabilità e dell'errore di misurazione.

Inoltre, la classificazione del cambiamento individuale dipende dalla stima dell'affidabilità utilizzata. Con la correlazione $T1-T2$, la soglia più conservativa individua due aumenti affidabili; utilizzando l'alfa di Cronbach, quattro bambini superano la soglia. Questa variabilità conferma il carattere preliminare dell'analisi e la necessità di ottenere una stima indipendente dell'errore di misurazione.

Due dei bambini che hanno mostrato un calo tra $T1$ e $T2$ e il bambino rimasto stabile con punteggio pari a 0 sia a $T1$ che a $T2$ sono tra i bambini segnalati con un rischio evolutivo a $T2$ da parte dei genitori.

3.6 Discussione e punti di forza dello studio

Il presente studio ha esaminato, in una prospettiva esplorativa, il cambiamento delle prestazioni di un gruppo di 15 bambini alla batteria Baby-Fe a distanza di un anno, combinando due livelli di analisi complementari: una di gruppo, tramite test t per campioni appaiati, e un'analisi a livello individuale, tramite il Reliable Change Index.

A livello di gruppo, i risultati indicano un aumento medio dei punteggi statisticamente significativo tra T1 e T2, con un'ampiezza dell'effetto moderata. Questo dato ci dà una prima indicazione di come tale batteria sia sensibile al cambiamento evolutivo atteso in questa fascia d'età, coerentemente con quanto ipotizzato sulla base della letteratura sullo sviluppo delle funzioni esecutive nei primi anni di vita.

A livello individuale, l'analisi tramite RCI restituisce invece un quadro più cauto poiché solo una parte dei bambini (ovvero da 2 a 4 su 15, a seconda della stima di affidabilità usata) presenta un cambiamento sufficientemente ampio da poter essere distinto dalla naturale fluttuazione di misurazione dello strumento. Si ritiene che un punto di forza dello studio possa risiedere proprio nell'aver integrato questi due livelli di analisi, dato che, se il dato di gruppo fornisce un'indicazione rassicurante circa la capacità dello strumento di cogliere cambiamenti evolutivi attesi, il dato individuale ricorda che la sensibilità al cambiamento a livello del singolo soggetto è un traguardo più complesso da dimostrare, e che definire se il gruppo cambia in media e se un bambino x possa esser cambiato in modo affidabile, richiede criteri statistici differenti che possono restituire risposte solo parzialmente sovrapponibili.

Un ulteriore aspetto interessante riguarda il confronto tra le due stime di affidabilità impiegate per il calcolo dell'RCI. L'uso della correlazione T1 e T2 rispetto all'alfa di Cronbach restituisce due soglie di cambiamento affidabile differenti e, di conseguenza, due classificazioni parzialmente diverse dei bambini (2 vs 4 aumenti

affidabili). Questo confronto rende evidente, in modo chiaro, come l'identificazione del cambiamento individuale dipenda dalle assunzioni statistiche adottate: coerentemente con quanto osservato anche confrontando modelli diversi di stima del cambiamento affidabile in ambito neuropsicologico, metodi con accuratezza complessiva simile possono produrre classificazioni individuali sostanzialmente diverse, soprattutto per i soggetti con punteggi estremi (Temkin et al., 1999). Si tratta perciò di una considerazione utile non tanto per stabilire quale stima sia corretta, quanto per sottolineare la necessità di esplicitare sempre i criteri utilizzati quando si interpretano indici di cambiamento individuale.

Infine, un dato descrittivo che merita attenzione, nonostante non possa essere interpretato come risultato in senso stretto data la natura esplorativa dell'osservazione, riguarda la sovrapposizione parziale tra i bambini che non hanno mostrato un miglioramento, o addirittura un lieve peggioramento, tra T1 e T2 e i bambini segnalati dai genitori come a rischio evolutivo a T2. Su un campione di questa dimensione, questa osservazione va considerata con molta cautela e non può essere generalizzata, ma costituisce una suggestione interessante per future indagini, dato che è possibile che l'assenza di cambiamento nelle funzioni esecutive in questa età possa rappresentare un indicatore precoce meritevole di approfondimento.

3.7 Limiti dello studio

Il presente studio mostra alcuni limiti. In primo luogo, la natura esplorativa dello studio e la ridotta numerosità del campione ($N=15$) rappresentano il limite più rilevante, poiché un campione così piccolo produce stime meno stabili, aumentando il peso di singole osservazioni anomale sui risultati complessivi e riducendo la potenza statistica delle analisi, con la conseguenza che effetti realmente presenti potrebbero non raggiungere la significatività statistica, o viceversa risultare sovrastimati (Button et al., 2013). Oltre a ciò, i bambini inclusi non sono stati selezionati secondo un campionamento casuale, ma corrispondono a quanti erano disponibili con punteggi validi a entrambe le rilevazioni, introducendo quindi un potenziale elemento di bias nella composizione del campione, di cui tener conto nell'interpretazione dei risultati.

In secondo luogo, nessuna delle due stime di affidabilità impiegate per calcolare l'RCI costituisce una reale misura di affidabilità test-retest, che sarebbe la più appropriata per questa tipologia di indice (Maassen, 2004). La correlazione tra i punteggi a T1 e T2 è stata calcolata sullo stesso campione di 15 bambini nel quale si intendeva rilevare il cambiamento evolutivo, a distanza di circa un anno, intervallo di tempo troppo ampio per far sì che questa misura possa essere considerata un puro indicatore di stabilità della misurazione, dato che riflette insieme l'errore di misura e i cambiamenti evolutivi realmente avvenuti.

L'alfa di Cronbach, a sua volta, è un indice di coerenza interna e non di stabilità temporale (Cortina, 1993), per cui stima una fonte di errore concettualmente differente da quella rilevante per l'RCI. L'uso di entrambe le stime deve essere quindi considerato preliminare, e i risultati delle analisi individuali andrebbero confermati attraverso uno studio dedicato di affidabilità test-retest, condotto su un campione più ampio.

Un ulteriore elemento di cautela riguarda una differenza procedurale tra le due rilevazioni, poiché a T1 è stata utilizzata una modalità di codifica differente rispetto a T2 per alcuni item, per cui il numero di item codificati risultava inferiore nella prima rilevazione. Per questo motivo si è scelto di utilizzare in tutte le analisi il punteggio medio anziché il punteggio totale, così da rendere i punteggi delle due rilevazioni più direttamente confrontabili. Questa scelta metodologica costituisce comunque un altro aspetto di cautela nell'interpretazione del confronto tra T1 e T2.

3.8 Sviluppi futuri

Nonostante questi limiti, lo studio ha valore in quanto analisi esplorativa e preliminare, utile a orientare la progettazione di possibili ricerche future. In tale prospettiva, si ritengono necessari almeno tre sviluppi.

In primo luogo, uno studio dedicato alla valutazione dell'affidabilità test-retest della batteria Baby-Fe, condotto su un campione sufficientemente ampio, tale da non ricadere nella fascia di qualità metodologica più bassa (< 30 partecipanti) secondo i criteri generali richiamati dalla checklist COSMIN (Terwee et al., 2012). A tal proposito, applicando le linee guida di Bujang e Baharum (2017) per il calcolo della numerosità campionaria negli studi basati sul coefficiente di correlazione interclasse, e partendo da una stima preliminare dell'affidabilità paragonabile a quella riscontrata nel nostro studio (circa 0,40), sarebbe necessario un campione di circa 100 partecipanti per garantire con adeguata potenza statistica (80%) un'affidabilità pari o maggiore di 0,50, che permetta di ottenere una stima più stabile e appropriata dell'errore di misurazione da usare nel calcolo di indici di cambiamento individuale.

In secondo luogo, un disegno longitudinale con un campione più ampio ed eterogeneo, che possa permettere stime più precise e generalizzabili sia del cambiamento medio sia del cambiamento individuale. Infine, sarebbe utile disporre di misure più strutturate del rischio evolutivo, rilevate sia a T1 sia a T2, per verificare se il pattern osservato in questo studio esplorativo (una minore probabilità di cambiamento affidabile nei bambini segnalati come a rischio) possa essere replicato su campioni indipendenti e di maggiori dimensioni.

Ad esempio, sarebbe vantaggioso utilizzare strumenti standardizzati di screening dello sviluppo, con soglie normative validate per la classificazione del rischio. Un candidato adeguato potrebbe essere la terza edizione delle Ages & Stages

Questionnaires (ASQ-3), strumento di screening che permette di classificare il bambino come a rischio in specifiche aree dello sviluppo (comunicazione, motricità, problem solving). In alternativa potrebbero essere usati strumenti di valutazione più strutturata come il Denver Developmental Screening Test II, che classifica lo sviluppo del bambino in quattro aree (personale- sociale, motricità fine, linguaggio, motricità grossolana) o le Griffiths Mental Developmental Scales (Griffiths III), strumento di valutazione globale usato anche in ambito clinico per definire un dettagliato profilo di sviluppo nella prima infanzia.

Un approfondimento di questo tipo sarebbe particolarmente utile alla luce delle difficoltà che caratterizzano l'identificazione precoce del rischio evolutivo nei primi anni di vita, quando i profili comportamentali sono fortemente variabili e le diagnosi cliniche vengono tipicamente formulate solo a partire dall'età scolare. Le funzioni esecutive rappresentano in tale senso un precursore prezioso, poiché il loro coinvolgimento è stato riscontrato in vari disturbi del neurosviluppo quali il disturbo dello spettro autistico e il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (Hendry et al., 2016). Proprio per questo, in letteratura viene sottolineata la necessità di identificare marker di rischio più specifici, dal momento che un intervento precoce potrebbe risultare più efficace (Johnson, 2012; Wass, 2015).

Conclusioni

Questa tesi aveva l'obiettivo di approfondire lo sviluppo delle funzioni esecutive e dei processi di autoregolazione nei primi tre anni di vita, documentandone empiricamente le traiettorie evolutive attraverso l'applicazione della batteria Baby-Fe in un disegno longitudinale. In particolare, mi sono posta queste domande: come si sviluppano le funzioni esecutive nei primi anni di vita, e quale ruolo hanno i processi di regolazione in questo percorso? Le prestazioni dei bambini valutati con Baby-Fe migliorano nel tempo, coerentemente con le traiettorie di sviluppo attese? È possibile, con i dati disponibili, individuare un cambiamento affidabile a livello del singolo bambino? Quali implicazioni e prospettive future emergono da questo lavoro? Proverò a rispondere a questi quesiti integrando le evidenze teoriche con i risultati ottenuti nello studio empirico.

Come si sviluppano le funzioni esecutive nei primi anni di vita, e quale ruolo hanno i processi di regolazione in questo percorso?

Sulla base della letteratura esaminata nei primi due capitoli, emerge come le funzioni esecutive non costituiscano un insieme di abilità che compaiono improvvisamente in età prescolare, bensì il risultato di un processo evolutivo che parte già dai primi mesi di vita. Le capacità di controllo dell'attenzione, di autoregolazione e reattività, di velocità di elaborazione e di flessibilità cognitiva emergono precocemente e si integrano progressivamente tra loro, definendo le basi per le funzioni esecutive più mature che si osservano verso la fine del terzo anno di vita. Questo sviluppo non segue l'andamento lineare, può essere infatti caratterizzato da fenomeni quali stabilità e

discontinuità, continuità omotipica ed eterotipica, e da marcate differenze interindividuali influenzate da fattori ambientali.

Le prestazioni dei bambini valutate con Baby-Fe migliorano nel tempo, coerentemente con le traiettorie di sviluppo attese?

I risultati dello studio empirico confermano, a livello di gruppo, quanto è atteso sulla base della letteratura; infatti, i punteggi medi dei bambini valutati a distanza di circa un anno sono risultati significativamente più elevati alla seconda somministrazione rispetto alla prima [$t(14) = -2,56; p = 0,023$ d di Cohen $= 0,66$], con un incremento medio coerente con una dimensione dell'effetto moderata, considerata la ridotta numerosità del campione. Questo dato conferma la sensibilità di questa batteria nel cogliere il naturale progresso delle funzioni esecutive emergenti nel periodo compreso tra i 18 e i 36 mesi di vita.

È possibile, con i dati disponibili, individuare un cambiamento affidabile a livello del singolo?

Il secondo obiettivo dello studio, di natura maggiormente esplorativa era di verificare se il cambiamento osservato fosse di entità sufficiente da poter essere distinto, a livello individuale, della naturale variabilità di misurazione dello strumento. Il calcolo dell'indice di cambiamento affidabile (RCI) ha restituito un quadro più cauto rispetto al dato di gruppo, infatti, a seconda della stima di affidabilità utilizzata, solo una minoranza di bambini (2 su 15 utilizzando la correlazione test-retest, 4 su 15 utilizzando l'alfa di Cronbach) ha mostrato un miglioramento classificabile come affidabile. Questo risultato, anche se preliminare, suggerisce che il pattern di cambiamento individuale

possa essere meno omogeneo di quanto il solo dato di gruppo lasci intendere, e sottolinea l'importanza di affiancare alle analisi di gruppo indici sensibili alla variabilità individuale, specialmente in un'ottica di identificazione precoce del rischio evolutivo.

Quali implicazioni e prospettive future emergono da questo lavoro?

Nel complesso, questo studio rappresenta un primo passo verso la comprensione della sensibilità di questa batteria al cambiamento longitudinale nei primi anni di vita. I risultati ottenuti indicano sicuramente la necessità di ulteriori ricerche condotte su campioni più ampi, che possano dare stime più stabili dell'errore di misurazione e l'impiego di misure di rischio evolutive più strutturate. Approfondire questi aspetti è particolarmente rilevante alla luce delle difficoltà che ancora oggi caratterizzano l'identificazione precoce del rischio evolutivo, e del ruolo che le funzioni esecutive possono svolgere come marcatore precoce in varie traiettorie di sviluppo tipico. Questo studio, si propone di contribuire, anche se in modo circoscritto, alla comprensione del precoce sviluppo delle funzioni esecutive e dei processi di regolazione, e all'impiego di strumenti sempre più idonei a delinearne le traiettorie evolutive individuali.

Bibliografia

- Baddeley, A. (1996). *Colloquium Paper This paper was presented at a colloquium entitled 'Memory: Recording Experience in Cells and Circuits* (Vol. 93).
<https://www.pnas.org>
- Baddeley, A. (2000). *The episodic buffer: a new component of working memory?*
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1994). Developments in the Concept of Working Memory.
In *Neuropsychology* 8(4),485-493
- Bernier, A., Carlson, S. M., Deschênes, M., & Matte-Gagné, C. (2012). Social factors in the development of early executive functioning: A closer look at the caregiving environment. *Developmental Science*, 15(1), 12–24. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01093.x>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.01.007>
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*, 20(3), 899–911. <https://doi.org/10.1017/S0954579408000436>
- Blair, C., & Raver, C. C. (2015). School readiness and self-regulation: A developmental psychobiological approach. *Annual Review of Psychology*, 66, 711–731.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015221>

Blair, C., & Ku, S. (2022). A Hierarchical Integrated Model of Self-Regulation. *Frontiers in Psychology, 13*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.725828>

Bornstein, M. H., Putnick, D. L., & Esposito, G. (2017). Continuity and Stability in Development. *Child Development Perspectives, 11*(2), 113–119.
<https://doi.org/10.1111/cdep.12221>

Bujang, M. A., & Baharum, N. (2017). A simplified guide to determination of sample size requirements for estimating the value of intraclass correlation coefficient: A review. *Archives of Orofacial Science, 12*(1), 1–11.

Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: Why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience, 14*(5), 365–376.
<https://doi.org/10.1038/nrn3475>

Canfield, R. L., Smith, E. G., Brezsnyak, M. P., Snow, K. L., Aslin, R. N., Haith, M. M., Wass, T. S., & Adler, S. A. (1997). Information Processing Through the First Year of Life: A Longitudinal Study Using the Visual Expectation Paradigm. In *MONOGRAPHS OF THE SOCIETY FOR RESEARCH IN CHILD DEVELOPMENT, 62*(2, Serial No.250)

Colombo, J., & Mitchell, D. W. (2009). Infant visual habituation. *Neurobiology of Learning and Memory, 92*(2), 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.06.002>

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology, 78*(1), 98–104.

Dajani, D. R., & Uddin, L. Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. In *Trends in Neurosciences 38*(9), 571–578.

- Diamond, A. (2007). Interrelated and interdependent. *Developmental Science*, 10(1), 152–158.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. In *Annual Review of Psychology* 64,135–168
Annual Reviews Inc. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Friedman, N. P., Miyake, A., Robinson, J.L., & Hewitt, J. K. (2011). Developmental Trajectories in Toddlers' Self-Restraint Predict Individual Differences in Executive Functions 14 Years Later: A Behavioral Genetic Analysis. *Developmental Psychology*, 47(5), 1410–1430. <https://doi.org/10.1037/a0023750>
- Garon, N., Smith, I. M., & Bryson, S. E. (2014). A novel executive function battery for preschoolers: Sensitivity to age differences. *Child Neuropsychology*, 20(6), 713–736.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2013.857650>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1),31-60
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Hendry, A., Jones, E. J. H., & Charman, T. (2016). Executive function in the first three years of life: Precursors, predictors and patterns. In *Developmental Review*,42, 1–33.
<https://doi.org/10.1016/j.dr.2016.06.005>
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A., & Graham, A. (2009). Tracking executive function across the transition to school: A latent variable approach. *Developmental Neuropsychology*, 35(1), 20–36. <https://doi.org/10.1080/87565640903325691>
- Johansson, M., Marciszko, C., Gredebäck, G., Nyström, P., & Bohlin, G. (2015). Sustained attention in infancy as a longitudinal predictor of self-regulatory functions. *Infant Behavior and Development*, 41, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2015.07.001>

- Johnson, M. H. (2012). Executive function and developmental disorders: The flip side of the coin. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(9), 454–457. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.07.001>
- Johnson, M. H., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1991). *Components of Visual Orienting in Early Infancy: Contingency Learning, Anticipatory Looking, and Disengaging*. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3(4), 335–344.
- Kannass, K. N., Oakes, L. M., & Shaddy, D. J. (2006). A longitudinal investigation of the development of attention and distractibility. *Journal of Cognition and Development*, 7(3), 381–409. https://doi.org/10.1207/s15327647jcd0703_8
- Kim, S., & Kochanska, G. (2012). *Child Temperament Moderates Effects of Parent-Child Mutuality on Self-Regulation: A Relationship-Based Path for Emotionally Negative Infants* 2012. 83(4), 1275–1289. <https://doi.org/10.1111/Í.1467-8624.2012.01778.x>
- Kopp, C. B. (1982). *Antecedents of self-regulation: A developmental perspective*. *Developmental Psychology*, 18(2), 199–214. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.18.2.199>
- Lerner, R.M., Hershberg, R.M., Hilliard, L.J., & Johnson S.K. (2015). *Concepts and Theories of Human Development*. In M.H. Bornstein & M.E. Lamb (Eds.), *Developmental science: An advanced textbook* (7th ed.). Psychology Press.
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1–4), 281–297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Lipszyc, J., & Schachar, R. (2010). Inhibitory control and psychopathology: A meta-analysis of studies using the stop signal task. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(6), 1064–1076. <https://doi.org/10.1017/S1355617710000895>
- Luria, A.R. (1966). *Higher cortical functions in man* (B. Haigh, Trans.). Basic Books.

- Maassen, G. H. (2004). The standard error in the Jacobson and Truax Reliable Change Index: The classical approach to the assessment of reliable change. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(6), 888–893.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., Houts, R., Poulton, R., Roberts, B. W., Ross, S., Sears, M. R., Thomson, W. M., & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Petersen, I. T., Choe, D. E., & LeBeau, B. (2020). Studying a moving target in development: The challenge and opportunity of heterotypic continuity. *Developmental Review*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2020.100935>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. In *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Rose, S. A., Feldman, J. F., & Jankowski, J. J. (2012). Implications of Infant Cognition for Executive Functions at Age 11. *Psychological Science*, 23(11), 1345–1355. <https://doi.org/10.1177/0956797612444902>

- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2006). Temperament. In N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 3. Social, emotional, and personality development* (6th ed., pp. 99–166). Wiley
- Rothbart, M. K., Sheese, B. E., Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2011). Developing mechanisms of self-regulation in early life. *Emotion Review*, 3(2), 207–213.
<https://doi.org/10.1177/1754073910387943>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 298(1089), 199–209.
<https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Sokolov, E. N. (1960). Neural model of the stimulus and the orienting reflex. *Voprosy Psichologii*, 4, 61–72.
- Temkin, N. R., Heaton, R. K., Grant, I., & Dikmen, S. S. (1999). Detecting significant change in neuropsychological test performance: A comparison of four models. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5(4), 357–369.
<https://doi.org/10.1017/S1355617799544068>
- Terwee, C. B., Mokkink, L. B., Knol, D. L., Ostelo, R. W. J. G., Bouter, L. M., & de Vet, H. C. W. (2012). Rating the methodological quality in systematic reviews of studies on measurement properties: A scoring system for the COSMIN checklist. *Quality of Life Research*, 21(4), 651–657. <https://doi.org/10.1007/s11136-011-9960-1>
- Ursache, A., Blair, C., & Raver, C. C. (2012). The Promotion of Self-Regulation as a Means of Enhancing School Readiness and Early Achievement in Children at Risk for School Failure. In *Child Development Perspectives* (Vol. 6, Number 2, pp. 122–128).
<https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00209.x>

Ursache, A., Blair, C., Stifter, C., Voegtline, K., & Family Life Project Investigators. (2013).

Emotional reactivity and regulation in infancy interact to predict executive functioning in early childhood. *Developmental Psychology*, 49(1), 127–137.

<https://doi.org/10.1037/a0027728>

Valeri, G., & Stievano, P. (2007). Neuropsicologia dello sviluppo e funzioni esecutive

Giornale di Neuropsichiatria dell'Età Evolutiva, 27, 195-204.

Vaughn, B. E., Kopp, C. B., & Krakow, J. B. (1984). The emergence and consolidation of self-control from eighteen to thirty months of age: Normative trends and individual differences. *Child Development*, 55(3), 990–1004.

Wass, S. V. (2015). Applying cognitive training to target executive functions during early development. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 21(2), 150–166.

Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44(2), 575–587. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.44.2.575>

Zelazo, P. D., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An Age Related Dissociation Between Knowing Rules and Using Them. In *Cognitive Development* (Vol. 11).

Zelazo, P. D., & Carlson, S. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence: Development and Plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>

Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J. K., Hongwanishkul, D., Schuster, B. V., Sutherland, A., & Carlson, S. M. (2003). *The Development of Executive Function in Early Childhood*. Monographs of the Society for Research in Child Development, 68(3), vii-137.

Appendice A - descrizione dettagliata della batteria Baby-Fe

La batteria Baby-Fe è composta da 15 prove, ciascuna delle quali indaga uno o più domini delle funzioni esecutive emergenti. Per ogni item la prestazione del bambino viene codificata attraverso un sistema di scoring su scala ordinaria a tre livelli (0,1,2). Alcune prove prevedono una fase di allenamento preliminare (training), volte a familiarizzare il bambino con il compito prima della somministrazione vera e propria non incidendo sul punteggio finale. Alcuni item sono opzionali, somministrati solo in determinate condizioni, mentre altri prevedono richieste supplementari che non incidono sul punteggio ma permettono di raccogliere informazioni aggiuntive sul profilo del bambino.

Di seguito viene riportata, per ciascuna prova, una descrizione dei materiali utilizzati, della procedura di somministrazione e dei criteri di attribuzione del punteggio.

1. Lettura condivisa → Dominio: Attenzione

-Materiale: Libro “cane”.

-Procedura: L'esaminatrice si posiziona a fianco del bambino e gli dà il libro, lasciandolo esplorare liberamente per circa un minuto; propone poi la lettura condivisa (“Guarda, adesso proviamo a leggere insieme il libro cane. Ascolta!”).

-Punteggio: 2 = il bambino mantiene l'attenzione per l'intera durata della storia, rispettando il ritmo dell'adulto (sono ammesse lievi fluttuazioni attentive o brevi iniziative partecipative, purché pertinenti alle immagini o al contenuto del libro); 1 = attenzione discontinua per buona parte dell'attività, o facilmente esauribile; 0 = il bambino non sostiene l'attenzione durante l'attività o non riesce ad adattarsi al ritmo proposto dall'adulto.

2. Memory → Dominio: Memoria di lavoro

-Materiale: 6 carte per la fase di allenamento (2 cane, 2 palla, 2 pesce) e 6 carte per la fase test (2 gatto, 2 casa, 2 topo), disposte a distanza regolare (una carta centrale, le altre due equidistanti ai lati).

-Procedura: Fase di allenamento (non incide sul punteggio): le carte vengono mostrate e nominate una a una, poi coperte; si chiede al bambino dove si trova ciascun oggetto. Se il bambino non completa questa fase per distrazione esterna, si annota e si procede comunque alla fase test, con lo stesso schema su tre nuove carte (gatto, casa, topo). È accettata qualsiasi modalità di risposta (indicare, sguardo, ecc.).

-Punteggio: 2 = tutte e 3 le posizioni corrette; 1 = 2 corrette; 0 = 0 o 1 corretta.

3. Memory con spostamento → Dominio: Aggiornamento della memoria di lavoro

Item opzionale: somministrato solo se il bambino ha ottenuto un punteggio di 1 o 2 nell'item precedente (Memory).

-Materiale: Le stesse 6 carte della fase test di Memory (gatto, casa, topo).

-Procedura: Dopo aver mostrato di nuovo le carte e averle ricoperte (“Attenzione, adesso si muovono!”), l'esaminatrice effettua due richieste successive di spostamento (scambio tra le posizioni 1 e 2, poi tra le posizioni 2 e 3) e chiede ogni volta dove si trova un determinato oggetto. Una domanda supplementare finale (“e adesso cosa manca?”) non incide sul punteggio, ma il suo superamento viene annotato con una stella.

-Punteggio: 2 = risposte corrette a entrambe le richieste; 1 = corretta a una sola delle due; 0 = nessuna risposta corretta.

4. Oggetto nascosto A-non-B → Dominio: Controllo inibitorio

-Materiale: 2 pannetti e adesivi/figurine.

-Procedura: L'esaminatrice nasconde una figurina sotto uno dei due pannetti, posizionati all'altezza delle mani del bambino, e chiede dove si trova. Fase di allenamento (non incide sul punteggio): 3 ripetizioni con nascondiglio sempre a sinistra del bambino; fase test: 2 prove con nascondiglio a destra (il cambio di lato è il nucleo della prova, che valuta la capacità di inibire la risposta motoria appresa nella fase precedente). È accettata qualsiasi modalità di risposta.

-Punteggio: 2 = 2 risposte corrette; 1 = 1 risposta corretta; 0 = 0 risposte corrette.

5. Oggetto nascosto delayed → Dominio: Controllo inibitorio e memoria di lavoro

-Materiale: 2 pannetti e un adesivo/figurina.

-Procedura: Analoga alla prova precedente, con l'aggiunta di un ritardo tra il nascondimento e la richiesta: l'esaminatrice mantiene le mani sui pannetti e conta ad alta voce da 1 a 10 insieme al bambino prima di chiedere dove si trova l'oggetto; la prova

viene ripetuta invertendo il lato di nascondimento (da sinistra a destra e viceversa), assicurandosi che il bambino guardi l'inizio dello spostamento.

-Punteggio: 2 = entrambe le risposte corrette; 1 = una risposta corretta su due; 0 = nessuna risposta corretta.

6. Costruzioni → Dominio: Flessibilità cognitiva

-Materiale: 18 cubi magnetici in tre colori diversi (es. 6 rossi, 6 gialli, 6 verdi).

-Procedura: Si chiede al bambino di costruire liberamente qualcosa con i cubi (“Facci quello che vuoi”) e, per altre due volte successive, di costruire “una cosa diversa” rispetto a quanto già realizzato. Se il bambino non avvia spontaneamente una nuova costruzione, l'esaminatrice fornisce un esempio (es. costruisce un ponte con 5 cubi) e chiede al bambino di proporre qualcos'altro. Viene annotato se il bambino ripropone lo stesso pattern ma gli attribuisce un significato diverso, in tal caso la risposta è comunque considerata valida.

-Punteggio: 2 = il bambino propone autonomamente un pattern nuovo a tutte e 3 le richieste; 1 = non lo propone autonomamente ma, dopo l'esempio dell'esaminatrice, ne realizza uno diverso per 2 richieste su 3; 0 = non propone costruzioni nuove/diverse dagli esempi dopo la prima richiesta.

7. Torre con turnazione → Dominio: Inibizione motoria

-Materiale: 9 cubi (4 di un colore, 5 di un colore diverso).

-Procedura: Dopo un breve allenamento (non incide sul punteggio) in cui si esemplifica la turnazione con 6 cubi (“uno io e uno te”, enfatizzato dal gesto della mano), si scompone la torre e se ne costruisce una nuova rispettando il turno, iniziando l'esaminatrice (5 cubi a lei, 4 al bambino). Se la torre cade si può rialzare; la risposta motoria del bambino può essere supportata dall'operatore se fatica a impilare.

-Punteggio: 2 = il bambino mantiene il turno per tutta la costruzione della torre (fase test); 1 = il turno viene mantenuto solo per più della metà (almeno 6 cubi su 9); 0 = non c'è alternanza o idea del turno, oppure il turno è mantenuto per un numero inferiore a 6 cubi.

8. Cubi nella scatola → Dominio: Pianificazione motoria

-Materiale: Una scatola con 3 cubi già incollati all'interno, più altri 9 cubi magnetici.

-Procedura: Si chiede al bambino di rimettere nella scatola i cubetti usciti (“mettili meglio che puoi”). Si osserva se il bambino guarda la scatola prima di iniziare, se procede per tentativi ed errori, o se mostra/perde una strategia anticipatoria. Il bambino può essere aiutato nella componente puramente esecutiva del movimento, senza sostituirsi alla sua pianificazione.

-Punteggio: 2 = il bambino riordina i cubetti in un solo tentativo; 1 = utilizza inizialmente una strategia che poi perde nel corso della prova, oppure procede per tentativi ed errori riuscendo comunque a posizionarli tutti; 0 = non pianifica, non si corregge e quindi non mette tutti i cubi nella scatola.

9. Impasto → Dominio: Inibizione motoria

-Materiale: Due opzioni equivalenti: binari con trenino, oppure ciotolina con cucchiaino (“impasto per la torta”).

-Procedura: Si mostra al bambino come modulare la velocità del movimento (“lento-lento” / “veloce-veloce”, accompagnato dal gesto e dal ritmo dell'eloquio), poi lo si lascia agire da solo. A intervalli di 5 secondi l'esaminatrice dà tre comandi in sequenza (lento, veloce, lento) osservando se il bambino modula il movimento di conseguenza.

-Punteggio: 2 = il bambino modula autonomamente la velocità in base alle consegne, mantenendola fino al comando successivo; 1 = modula la velocità ma non la mantiene fino al comando successivo (si interrompe prima), oppure riesce solo in alcuni comandi; 0 = la velocità varia indipendentemente dalle istruzioni, senza intenzionalità o controllo, oppure non varia.

10. Gioco della statua → Dominio: Inibizione motoria

-Materiale: 2 pupazzi/peluche.

-Procedura: Dopo una fase di allenamento (non incide sul punteggio) in cui il bambino viene familiarizzato con l'alternanza musica/pausa (i pupazzi “ballano” con la musica e “stanno fermi” quando si interrompe), nella fase test il bambino deve muovere il pupazzo solo in presenza di musica e fermarsi quando questa cessa (due cicli di 10 secondi musica / 10 secondi pausa). È prevista anche una fase interferenza opzionale (solo se superata la prima parte), in cui l'esaminatrice fa da modello scoordinato/sbagliato per aumentare la richiesta inibitoria.

-Punteggio: 2 = il bambino ferma il pupazzo a entrambi gli stop (sono ammessi piccoli movimenti residui); 1 = resiste per metà del tempo o solo a uno dei due stop; 0 = non rispetta le consegne e non si ferma agli stop, o lo fa per tempi molto ridotti. Il superamento anche della fase interferenza opzionale viene segnalato con una stella.

11. Spara bolle → Dominio: Gratificazione ritardata (delayed gratification)

-Materiale: Uno spara bolle

-Procedura: Dopo aver mostrato il funzionamento del gioco, l'esaminatrice spiega al bambino che occorre aspettare perché il gioco “si è stancato e deve ricaricarsi”, posiziona lo spara bolle a portata di mano del bambino e cronometra l'attesa; trascorsi 20 secondi il gioco viene riattivato.

-Punteggio: 2 = il bambino attende circa 20 secondi; 1 = resiste circa 10 secondi; 0 = non attende (perde interesse, cerca di raggiungere il gioco, protesta).

12. Asta con anelli → Dominio: Pianificazione

-Materiale: Un'asta con anelli, di cui 5 forati e 2 senza foro.

-Procedura: Si mostra al bambino un modello già montato (“Pinco Pallo”), lo si scompone davanti a lui e gli si chiede di ricostruirlo il più velocemente possibile, con asta e tutti gli anelli (forati e non) messi a disposizione.

-Punteggio: 2 = il bambino inserisce tutti gli anelli con il foro, escludendo quelli senza foro; 1 = procede per tentativi ed errori; 0 = non completa il compito (persevera nell'inserire anche gli anelli senza foro). Viene segnalato con una stella se il bambino segue anche un criterio di grandezza nell'inserimento.

13. Torte → Dominio: Classificazione e flessibilità cognitiva

-Materiale: Due basi “torta” e 9 pezzi di frutta finta (mele, pere, banane) di grandi dimensioni, in tre colori diversi.

-Procedura: Dopo aver lasciato esplorare il materiale al bambino e averlo aiutato a identificare i diversi frutti, l'esaminatrice compone come modello una torta interamente di un colore (es. rossa) e chiede al bambino di comporre un'altra classificando gli ingredienti per colore; in una seconda richiesta il modello viene disfatto e si chiede di comporre ancora una torta diversa. Se il bambino non usa il criterio colore, l'esaminatrice fornisce un aiuto mirato (un solo ingrediente già posizionato) prima di lasciarlo continuare. È prevista una parte opzionale sul criterio forma (anziché colore), somministrata solo se è stata superata la prima parte.

-Punteggio: 2 = il bambino avvia spontaneamente la classificazione corretta (per colore) in entrambe le richieste; 1 = dopo l'esempio dell'esaminatrice, realizza almeno

una torta diversa sulla base del nuovo criterio; 0 = non raggruppa gli oggetti in base al colore. Il superamento anche della parte “forma” viene segnalato con una stella.

14. Torta nel forno → Dominio: Inibizione motoria

-Materiale: La torta composta nella prova precedente e un forno giocattolo.

-Procedura: Si fa scegliere al bambino una delle torte già preparate, la si mette nel forno e si imposta un timer di un minuto, spiegando che si potrà riprendere la torta solo al suono del campanello; si cronometra quanto tempo passa prima che il bambino tocchi il forno, attendendo comunque la fine del minuto.

-Punteggio: 2 = il bambino attende fino al suono del timer (1 minuto); 1 = resiste circa 30 secondi; 0 = non attende (perde interesse, cerca di raggiungere la torta, protesta).

15. Gioco libero → Dominio: Flessibilità cognitiva

-Materiale: Un kit con giochi vari.

-Procedura: Si lascia il bambino libero di giocare per circa 5 minuti (se non avvia spontaneamente un gioco, l'esaminatrice può proporre un'attività a partire dai suoi interessi); dopo circa 3 minuti di gioco libero, l'esaminatrice si inserisce provando a variare o arricchire lo schema di gioco del bambino, osservandone la reazione.

-Punteggio: 2 = il bambino accetta e si adatta all'intervento dell'adulto, imitando e modificando il proprio schema di gioco; 1 = accetta e imita, ma con scarsa modifica dello schema; 0 = non accetta o ignora l'intervento dell'adulto, continuando con il proprio gioco.

Tabella riassuntiva delle prove, domini valutati e descrizione di ciascun item

Prova	Dominio valutato	Descrizione
Lettura condivisa	Attenzione	Valuta il mantenimento dell'attenzione condivisa durante la lettura con lo sperimentatore.
Memory	Memoria di lavoro	Valuta la capacità di ricordare la posizione di carte precedentemente osservate.
Memory con spostamento	Aggiornamento della memoria di lavoro	Valuta la capacità di aggiornare la rappresentazione mentale della posizione degli oggetti (item opzionale).
Oggetto nascosto A-non-B	Controllo inibitorio	Valuta la capacità di inibire una risposta precedentemente appresa e cercare l'oggetto nella nuova posizione.
Oggetto nascosto delayed	Controllo inibitorio e memoria di lavoro	Valuta la componente inibitoria e la tenuta della rappresentazione in memoria durante l'attesa.
Costruzioni	Flessibilità cognitiva	Osserva la capacità di modificare la strategia di costruzione in funzione della richiesta del compito.
Torre con turnazione	Controllo inibitorio	Valuta la capacità di rispettare il proprio turno durante un'attività condivisa.
Cubi nella scatola	Pianificazione	Valuta la capacità di organizzare una sequenza di azioni finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo.
Impasto	Controllo inibitorio	Valuta la capacità di controllo della risposta motoria durante l'attività.
Gioco della statua	Controllo inibitorio	Valuta la capacità di interrompere volontariamente il movimento su richiesta dell'esaminatore.
Sparabolle	Ritardo della gratificazione	Valuta la capacità di attendere prima di ottenere una gratificazione.
Asta con anelli	Pianificazione	Valuta la pianificazione e l'organizzazione dell'azione motoria.

Prova	Dominio valutato	Descrizione
Torte	Flessibilità cognitiva	Valuta la capacità di modificare il comportamento sulla base della classificazione per colore e forma.
Torta nel forno	Controllo inibitorio	Valuta la capacità di attendere e controllare la risposta impulsiva.
Gioco libero	Flessibilità cognitiva	Osserva la modalità spontanea di organizzazione durante il gioco e la flessibilità nello schema di gioco.