Università degli Studi di Genova
Genoa University

Scuola di Scienze sociali
School of Social Sciences

DISFor Dipartimento di Scienze della Formazione

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOLOGIA

PIANIFICAZIONE E APPRENDIMENTO NEL "MONDO DEGLI ELLI": UNA RICERCA SPERIMENTALE IN ETÀ EVOLUTIVA

Relatore: Prof. Paola Viterbori

Correlatore: Prof. Laura Traverso

Candidato: Giorgia Porcù

ANNO ACCADEMICO

2024/2025

INDICE

INTRODUZIONE **4**

CAPITOLO 1 – LA PIANIFICAZIONE **5**

1.1 Definizione di pianificazione 5

1.1.1 Pianificazione e relazione con altri costrutti cognitivi 6

1.1.2 Funzioni Esecutive e pianificazione 6

1.1.3 Funzioni Esecutive e attenzione 9

1.2 Lo sviluppo dei processi di pianificazione 11

1.3 La valutazione dei processi di pianificazione in età evolutiva 15

1.4 Implicazione delle FE, in particolare della pianificazione, sugli esiti di sviluppo 21

1.5 Pianificazione e Funzioni Esecutive nei disturbi del neurosviluppo 24

CAPITOLO 2 - APPRENDIMENTO E PIANIFICAZIONE **27**

2.1 Processi di apprendimento e pianificazione 27

2.2 Difficoltà di apprendimento e pianificazione 31

2.3 Difficoltà attentive e pianificazione 36

CAPITOLO 3 – PROGETTO DI RICERCA **40**

3.1 Introduzione e obiettivi della ricerca 40

3.2 Metodo 42

3.2.1 Campione 42

3.2.2 Tutela dei partecipanti 43

3.2.3 Strumenti 44

3.2.4 Procedura 71

3.3 Risultati e analisi dei dati 75

3.4 Discussione 79

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 83

RINGRAZIAMENTI 89

INTRODUZIONE

Tra le capacità cognitive che sostengono lo sviluppo del bambino, la pianificazione occupa un ruolo centrale. Permette di organizzare le informazioni, anticipare le conseguenze delle azioni e definire strategie per raggiungere obiettivi complessi. È considerata una funzione esecutiva (FE) di ordine superiore, che nasce dall'integrazione di inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva, collegando processi di base e comportamenti complessi.

Il primo capitolo approfondisce il concetto di pianificazione, la sua relazione con le FE e il suolo che essa riveste nello sviluppo tipico e atipico, con particolare attenzione al contesto scolastico, dove rappresenta una risorsa fondamentale per affrontare compiti sempre più complessi.

Il secondo capitolo analizza il legame tra la pianificazione e in generale le FE e l'apprendimento, distinguendo tra compiti di base in parte automatizzati e compiti complessi che richiedono maggiore carico esecutivo. In questa prospettiva, la pianificazione emerge come competenza trasversale che sostiene l'autonomia e l'efficacia dei processi di apprendimento.

Il terzo capitolo presenta la parte sperimentale, volta ad indagare le relazioni tra FE di base e apprendimenti in bambini di seconda e terza primaria. Attraverso strumenti standardizzati e digitali, la ricerca verifica come le diverse componenti esecutive si associno a compiti scolastici.

In questo quadro, il presente lavoro intende offrire un contributo alla comprensione delle relazioni tra FE e apprendimento, sottolineando l'importanza di valutazioni accurate e approcci innovativi capaci di restituire un'immagine realistica delle competenze dei bambini in età scolare.

CAPITOLO 1 – LA PIANIFICAZIONE

1.1 DEFINIZIONE DI PIANIFICAZIONE

La pianificazione può essere definita come una funzione cognitiva di livello superiore, appartenente al dominio delle funzioni esecutive, che comprende l'insieme coordinato dei processi mentali coinvolti nella formulazione, valutazione e selezione delle azioni finalizzate al raggiungimento di uno specifico obiettivo (Cristofori, 2019). Questa capacità implica la formulazione di una strategia, la valutazione delle possibili alternative, la selezione degli step più efficaci e la loro disposizione in un ordine ottimale, tenendo conto sia delle condizioni ambientali sia delle risorse cognitive disponibili (Shallice, 1982; Luria, 1973).

L'abilità di pianificazione, infatti, richiede che l'individuo mantenga l'attenzione focalizzata sul problema per periodi prolungati, sostenendo così la ricezione, l'elaborazione e l'integrazione degli stimoli rilevanti (Lezak, 2004). Essa consente inoltre di scomporre compiti complessi in sotto-obiettivi gestibili, risultando di fondamentale importanza quando ci si trova di fronte ad un problema non routinario che richiede nuove soluzioni (Shallice, 1982; Luria, 1973).

Attraverso la pianificazione, l'individuo è in grado di anticipare le conseguenze delle proprie azioni, di adottare eventualmente strategie flessibili e di modificare il proprio comportamento in base ai feedback ricevuti durante l'esecuzione del compito.

Dal punto di vista neuropsicologico questi processi sono subordinati da un set di operazioni cognitive che si ritiene dipendano in particolar modo dall'integrità della corteccia prefrontale (Romine & Reynolds, 2004) e dalla complessa interazione tra fronto-parietale e fronto-striatale (Owen, 2005). La pianificazione, infatti, è mediata prevalentemente dalle aree prefrontali del cervello, in particolare dalla corteccia prefrontale dorsolaterale, che svolge un

ruolo cruciale nell'integrazione delle informazioni, nella previsione degli esiti e nel controllo dell'impulsività (Miyake et al., 2000; Fuster, 2008).

La pianificazione, inoltre, rifacendosi a diversi aspetti del funzionamento cognitivo, è strettamente coinvolta in differenti attività cognitive come il problem solving, la produzione e la comprensione verbale, l'attenzione e la memoria (Sannio Fancello, 2006).

1.1.1 PIANIFICAZIONE E RELAZIONE CON ALTRI COSTRUTTI COGNITIVI

Come definito nel precedente paragrafo, la pianificazione rappresenta una funzione cognitiva di ordine superiore, complessa ed articolata in differenti fattori. È un processo adattivo e dinamico che permette all'individuo di orientare in modo consapevole e strategico il proprio comportamento verso il raggiungimento di mete complesse, integrando molteplici componenti cognitive e regolando in modo flessibile le proprie azioni in risposta alle richieste ambientali e agli obiettivi personali.

Tale abilità, infatti, non opera come una funzione isolata, bensì viene supportata dall'interazione di altre funzioni cognitive (Miyake at.al 2000) che agiscono in modo interdipendente.

Nei successivi paragrafi approfondiremo inizialmente il legame tra pianificazione e funzioni esecutive, passando poi a trattare la relazione tra le funzioni esecutive e l'attenzione, mettendo in luce il ruolo fondamentale e interdipendente di questi costrutti.

1.1.2 FUNZIONI ESECUTIVE E PIANIFICAZIONE

Negli ultimi decenni l'interesse per le Funzioni Esecutive (FE) è notevolmente cresciuto, date le numerose evidenze che mostrano come queste abilità siano collegate a molteplici aspetti dello sviluppo dell'individuo.

Attualmente il concetto teorico delle funzioni esecutive è oggetto di un acceso dibattito in letteratura, dato dalla sua complessità e dalle diverse interpretazioni che ne derivano. Il termine non si riferisce infatti ad un singolo concetto, ma ad un insieme di sottoprocessi necessari per lo svolgimento di un determinato compito. Per tale motivo, ad oggi, non si è ancora in possesso di una definizione pienamente condivisa e di una descrizione unitaria.

L'espressione “funzioni esecutive” comparve con Lezak nel 1983 quando la utilizzò come termine per indicare quelle capacità cognitive che permettono ad un individuo di mettere in atto un comportamento indipendente, finalizzato e adattivo. Il termine FE è infatti diventato un termine “ombrello” utilizzato per vari processi cognitivi come la pianificazione, la memoria di lavoro, l’inibizione e la flessibilità (Goldstein et al., 2013). Tali funzioni costituiscono una base essenziale per il successo nell’adattamento e nelle abilità della vita quotidiana.

Le funzioni esecutive vengono perciò definite come processi cognitivi di ordine superiore deputati al controllo e alla pianificazione del comportamento, che permettono ad un individuo di pianificare ed attuare progetti finalizzati al raggiungimento di un obiettivo (Barkley, 2012). Le FE permettono all’individuo di attuare comportamenti al fine di adattarsi, di pianificare il futuro, di tollerare le frustrazioni, di riflettere su sé stessi, di avere capacità di problem solving, e di controllare il pensiero e l’attenzione, nonostante la presenza di interferenze (Miyake et al., 2000).

Parliamo di una famiglia di processi mentali top-down che vengono utilizzati quando è necessario concentrarsi e prestare attenzione, quando l’affidarsi all’istinto o all’intuizione non è adeguato alla situazione, è insufficiente o impossibile (Burgess, et al., 2005; Miller, et al., 2001); operano in situazioni quotidiane complesse e in contesti inusuali (Grossi, et al., 2005; Jurado, 2007).

Le funzioni esecutive sono infatti fondamentali per affrontare le sfide della vita quotidiana, sia a livello personale che scolastico o lavorativo; sono un insieme di processi cognitivi che ci permettono di pianificare un discorso, organizzare la nostra routine,

fronteggiare eventuali problemi, memorizzare, rievocare informazioni e regolare il nostro comportamento in modo adattivo e finalizzato ad un obiettivo.

Nel 2004 venne fatta una prima distinzione tra le funzioni esecutive "hot" e le funzioni esecutive "cool". Nella prima categoria ritroviamo quei processi coinvolti nella regolazione dell'emotività e della motivazione, che richiedono determinate competenze emotive, come ad esempio fare una scelta che comporta conseguenze dirette su di noi. Questo tipo di FE, dette anche funzioni esecutive "calde" prevedono una regolazione affettiva o emotiva come, ad esempio, quei task comportamentali basati su meccanismi di ricompensa e gratificazione (Zelazo e Müller, 2002; Traverso et al., 2015). In questo caso si attiva la zona ventro-mediale della corteccia prefrontale, mentre le funzioni esecutive "cool" sono più associate alle regioni dorsolaterali della corteccia prefrontale. Questi processi, detti anche funzioni esecutive 'fredde' entrano in gioco in compiti di natura cognitiva, utilizzati per risolvere problemi astratti e decontestualizzati che non richiedono una particolare partecipazione emotiva (Zelazo, 2004). Le FE calde seguono una traiettoria di sviluppo simile a quella delle FE fredde, raggiungendo la loro piena maturazione in tarda adolescenza (Nelson et al., 2016).

Le funzioni esecutive sono composte da tre componenti principali: inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva (Miyake, 2000). L'inibizione (o controllo inibitorio) permette di controllare i propri impulsi, la propria attenzione, le proprie emozioni, comportamenti e pensieri (Diamond, 2013), resistendo alle tentazioni e gestendo i propri impulsi. La memoria di lavoro permette di tenere in mente delle informazioni nonostante non siano più presenti a livello percettivo (Diamond, 2013). Si ritiene che la memoria di lavoro abbia una capacità limitata, poiché ha una ridotta capienza massima e conserva le informazioni solo per un certo tempo (Marzocchi & Valagussa, 2011). La memoria di lavoro e l'inibizione si supportano reciprocamente. La memoria di lavoro permette di comprendere quali elementi sono rilevanti tenendo in mente delle informazioni, così da poter inibire quelle ritenute meno importanti; il controllo inibitorio, al contrario, mantiene libero lo spazio in memoria eliminando ciò che non

è significativo (Diamond, 2013; Lustig et al., 2006). La flessibilità cognitiva, infine, è la capacità di spostare la propria attenzione in diversi compiti o di passare da una rappresentazione mentale o comportamentale ad un'altra, quando la prima è diventata irrilevante (Miyake et al., 2000). Permette di adattarsi a nuove richieste, trovare innovative soluzioni ai problemi, ed essere creativi (Diamond, 2013; Prado et al., 2017). Tale funzione esecutiva è collegata alle altre due precedenti, in quanto per poter cambiare prospettiva bisogna inibire quella precedente, ed inserire nella memoria di lavoro quella che si desidera (Diamond, 2013).

Sulla base di queste tre componenti precedentemente descritte, si sviluppano successivamente i processi cognitivi di ordine superiore quali la pianificazione e il problem solving (Diamond, 2003). Il problem solving rappresenta l'insieme dei processi cognitivi che permettono di cambiare la situazione attuale e di raggiungere gli obiettivi prefissati (Dostàl, 2015). Durante il processo di problem solving l'individuo identifica il problema presente, affronta degli ostacoli e ricerca la soluzione migliore per fronteggiarli (Dostàl, 2015). La pianificazione, invece, rappresenta una componente essenziale per l'esecuzione in modo strategico ed efficiente di comportamenti orientati ad uno scopo. La complessità di questo processo cognitivo deriva dal fatto che essa richiede l'integrazione e l'attivazione simultanea delle altre componenti esecutive di base come l'inibizione, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva (Asato et al, 2006), rappresentando così una componente più complessa e integrativa rispetto alle altre. La pianificazione, perciò, pur possedendo una stretta relazione di interdipendenza con le FE di base, mantiene una relativa autonomia funzionale, supportando la teoria della ''frazionabilità'' delle funzioni esecutive, risultando dissociata in casi di specifici deficit neuropsicologici.

1.1.3 FUNZIONI ESECUTIVE E ATTENZIONE

Prima di analizzare la relazione tra le funzioni esecutive e l'attenzione, è necessario introdurre cosa sono le capacità attentive. L'attenzione è un processo cognitivo complesso, che

non è possibile considerare in modo unitario poiché include un insieme di abilità diverse tra loro: attenzione selettiva, attenzione sostenuta, attenzione divisa e attenzione soggetta a spostamento (shifting attentivo) (Cornoldi et al., 2018).

L'attenzione selettiva rappresenta la capacità di focalizzarsi su alcuni stimoli che sono rilevanti per il compito, riuscendo ad ignorarne altri. L'attenzione sostenuta è la capacità che permette di mantenere l'attenzione su un compito per periodi di tempo prolungati. L'attenzione divisa, invece, permette di prestare attenzione a più compiti contemporaneamente. Lo shifting attentivo, infine, è quella capacità che permette di spostare il proprio focus attentivo da uno stimolo all'altro, seguendo le richieste della situazione e del compito.

Nel precedente paragrafo si è parlato delle funzioni esecutive e di come queste siano interconnesse fra di loro, è però importante evidenziare il ruolo che riveste l'attenzione in queste abilità, poiché le funzioni esecutive implicano numerose componenti attentive. Essere comportano pianificazione ed avvio di strategie che possono riguardare l'esecuzione di doppi compiti (ovvero l'elaborazione e la selezione di più informazioni contemporaneamente), l'inibizione di risposte non appropriate (evitamento delle interferenze), il passaggio da un bersaglio all'altro dell'attenzione (come avviene ad esempio nei compiti di shifting); tutte queste strategie descritte devono infatti essere attivate contemporaneamente nella maggior parte dei compiti nella vita quotidiana.

Si può infatti evincere che a causa della stretta correlazione e parziale sovrapposizione delle diverse componenti attentive del funzionamento esecutivo, ha portato alcuni modelli teorici a considerare l'attenzione come una componente stessa delle FE (Anderson, 2002), mentre altri modelli valutano l'attenzione come un'abilità a sè stante, che sta alla base del funzionamento esecutivo.

Indipendentemente dal modello teorico di riferimento, appare perciò evidente come le funzioni esecutive e le capacità attentive operino in maniera interconnessa, rivestendo un ruolo

fondamentale nella capacità di regolazione comportamentale del soggetto e, più in generale, nelle capacità adattive.

Una compromissione dell'attenzione e delle funzioni esecutive sono infatti presenti in numerosi disturbi del neurosviluppo, quali il disturbo da deficit di attenzione/iperattività, disabilità intellettive, disturbi del linguaggio, disturbo dello spettro autistico, disturbi specifici dell'apprendimento, dei quali parleremo nei successivi paragrafi.

1.2 LO SVILUPPO DEI PROCESSI DI PIANIFICAZIONE

La maggior parte degli studi sulle funzioni esecutive in età evolutiva si è concentrata sulla compromissione della pianificazione e delle FE durante l'infanzia nei disturbi dello sviluppo (Hill, 2004; Boucher et al., 2012; Geurts et al., 2014; Unterrainer et al., 2016; Olde Dubbelink & Geurts, 2017; Rosa et al., 2017), mentre pochi sono gli studi che hanno indagato l'emergere delle funzioni esecutive nello sviluppo tipico (Díaz et al., 2012; Injoque-Ricle et al., 2014; Unterrainer et al., 2015).

Lo sviluppo dell'abilità di pianificazione e, più in generale delle FE, è un processo graduale e complesso che rappresenta il risultato dell'interazione tra fattori cognitivi, ambientali e neurobiologici, strettamente collegato allo sviluppo dei lobi frontali.

Le regioni anteriori del cervello sono state infatti identificate come responsabili del funzionamento esecutivo attraverso l'osservazione del comportamento di pazienti con lesioni frontali, i quali hanno mostrato deficit in queste abilità (Grattan & Eslinger, 1991; Stuss & Benson, 1984) e in base agli studi con neuro-immagini funzionali, che hanno evidenziato un'attivazione della corteccia prefrontale in soggetti che svolgono compiti esecutivi (Rezai et al., 1993). I soggetti che presentano queste lesioni frontali mostrano la cosiddetta sindrome

disesecutiva, caratterizzata da difficoltà di pianificazione, presa di decisioni e controllo del proprio comportamento e delle proprie azioni.

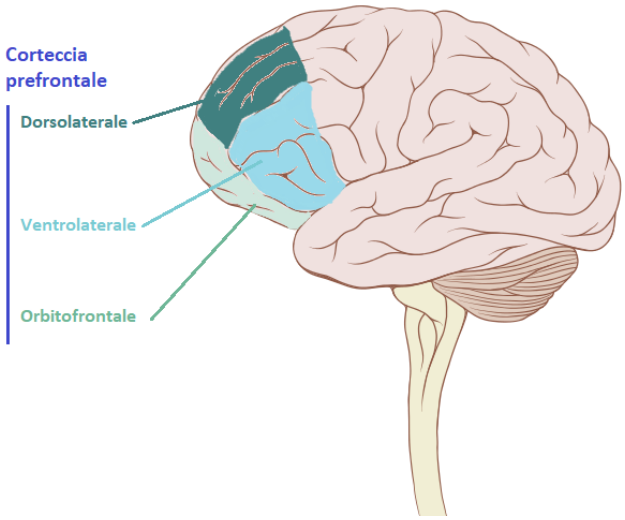


Figura 1: Struttura della corteccia prefrontale.

La pianificazione però, è una costruzione complessa, e risulta perciò difficile individuare e restringere un insieme specifico di regioni o reti cerebrali alla base di questa capacità. Le basi neurali delle FE appaiono infatti numerose e complesse, in quanto la corteccia prefrontale risulta essere collegata a molte altre regioni del cervello come il cervelletto e ad alcuni nuclei sottocorticali (Schweiger & Marzocchi, 2008). Grazie alla corteccia prefrontale è possibile controllare diverse funzioni, in quanto può ricevere qualsiasi tipo di informazione dall'ambiente esterno e dall'organismo (Marzocchi & Valagussa, 2011).

La ricerca che utilizza la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e la tomografia a emissione di positroni (PET) ha rilevato modelli di attivazione cerebrale coerenti durante l'esecuzione di compiti di pianificazione (Unterrainer et al., 2004). Jurado e Rosselli (2007) hanno successivamente fornito una revisione dei correlati cerebrali delle funzioni esecutive utilizzando la tomografia computerizzata a emissione di fotone singolo (SPECT) e la risonanza magnetica. I risultati hanno rivelato che gli studi che esploravano la capacità di pianificazione strategica utilizzando il compito della Torre di Londra hanno generalmente rilevato che la

corteccia prefrontale anteriore (DLPFC), la corteccia cingolata anteriore (ACC), il giro sopramarginale (SMG) e la corteccia prefrontale angolare destra e sinistra erano aree di maggiore attivazione. (Goethals et al., 2004; Lazeron et al., 2000; Morris, Ahmed, Syed e Toone, 1993).

Lo sviluppo dei processi di pianificazione avviene in modo graduale a partire dall'infanzia, seguendo una traiettoria di tipo evolutivo, in linea con i tempi di sviluppo dei lobi frontali. Lo sviluppo di queste capacità avviene già nei primi mesi di vita, facendo sì che le performance migliorino e raggiungano livelli piuttosto elevati verso la tarda infanzia e spesso durante l'adolescenza (Anderson et al., 2001; Asato et al., 2006). Nonostante ciò, fino ai 5 anni di età le funzioni esecutive sembrano essere un costrutto unitario e poco differenziato.

Alcuni studi, però, hanno dimostrato che almeno alcune componenti della pianificazione, come ad esempio la formazione di un obiettivo e la conseguente produzione di un'attività che è diretta verso di esso, sono già evidenti durante l'infanzia (Diamond & Goldman-Rakic, 1986). Di conseguenza, bambini di 9-12 mesi, hanno mostrato rudimentali forme di pianificazione (Willatts, 1990). La ricerca condotta da Flavell (1990) ha infatti evidenziato che nel primo anno di vita il bambino sviluppa una rudimentale intenzione e consapevolezza del desiderio di raggiungere un obiettivo.

Durante il periodo prescolare i bambini possiedono una spiccata curiosità verso l'ambiente e tutto ciò che li circonda, sono in grado infatti di ideare ed eseguire semplici piani (si vedano, ad esempio Casey, Bronson, Tivnan, Riley, & Spincer, 1991), sviluppando e mettendo in atto già a 4 anni comportamenti finalizzati ad un obiettivo e capacità di pianificazione (Marzocchi & Valagussa, 2011), eseguendo compiti di diversa natura. Prima di entrare nella scuola primaria, i bambini possiedono almeno alcune abilità di ''metaprogettazione''. Hanno, cioè, una comprensione concettuale preliminare di cosa sia la panificazione e di quando sia necessaria.

Le abilità di pianificazione, tuttavia, sembrano svilupparsi con particolare rapidità durante gli anni scolastici. In epoca scolare, infatti queste procedure vengono interiorizzate, i bambini operano in maniera silenziosa, riflettono e costruiscono dei veri e propri sistemi mentali, indispensabili per portare a termine un obiettivo senza il bisogno di memorizzare e ripetere ogni volta i pattern di azioni necessari per il suo raggiungimento. In questo modo, il bambino riesce ad applicare le sue abilità di pianificazione ad un'ampia gamma di compiti.

Intorno ai 6 anni, il bambino è in grado di organizzare e comprendere sequenze semplici di azioni. Tuttavia, è solo intorno agli 8 anni che diventa maggiormente autonomo nel completamento di compiti strutturati (Anderson et al., 2001).

A 12 anni si assiste ad un potenziamento nelle abilità di pianificazione (Luciana & Nelson, 2002), con un significativo miglioramento nelle capacità di mettere in atto un comportamento finalizzato ad uno scopo e nel modulare le proprie azioni sulla base di un feedback esterno (Andreson et al., 2001).

Lo sviluppo delle abilità di pianificazione, in particolare nei compiti più complessi e impegnativi, può essere un processo particolarmente prolungato che si protrae fino all'adolescenza e oltre (Levin et al., 1991). È proprio durante l'adolescenza, infatti, che i cambiamenti devono far fronte alle nuove richieste ambientali e sociali. Tra i 16 e i 19 anni è stato riscontrato un miglioramento nella pianificazione strategica e nel problem solving (De Luca et al., 2003). In questo periodo gli adolescenti riescono quindi a padroneggiare la loro flessibilità cognitiva per adattarsi a nuovi compiti, mettendo in atto comportamenti finalizzati.

In età adulta, precisamente tra i 20 e i 29 anni, si assiste ad un livello di funzionamento superiore nelle abilità di pianificazione strategica e nella capacità di mettere in atto comportamenti finalizzati ad uno scopo. Più tardi, durante l'invecchiamento, si nota una graduale riduzione delle competenze, denotando un peggioramento degli aspetti esecutivi di pianificazione (Rosselli & Torres 2019).

Possiamo perciò affermare che i compiti di pianificazione relativamente semplici siano padroneggiati dai bambini in età scolare nei primi anni. Le prestazioni su compiti di pianificazione più complessi, invece, continuano a svilupparsi oltre la mezza infanzia e fino all'adolescenza.

In sintesi, la ricerca sulla maturazione biologica e cognitiva della pianificazione suggerisce che esiste un'ordinata, seppur non uniforme, progressione di sviluppo. Lo sviluppo funzionale della pianificazione può quindi essere considerato un processo costituito da diversi stadi e con tempi diversi.

Con l'aumentare della ricerca clinica, l'interesse sulle traiettorie di sviluppo è cresciuto. Nuovi metodi di valutazione, infatti, sono stati predisposti per comprendere gli aspetti specifici della pianificazione nel corso del loro sviluppo nelle diverse fasce di età, tema che verrà affrontato nel successivo paragrafo.

1.3 VALUTAZIONE DEI PROCESSI DI PIANIFICAZIONE IN ETA' EVOLUTIVA

La maggior parte delle misurazioni delle funzioni esecutive e della pianificazione sono multidimensionali e come tali indagano molteplici processi cognitivi, esecutivi e non esecutivi. Pertanto, i compiti delle FE generalmente soffrono di impurità (Miyake et al. 2000), in quanto si ritiene che non valutino esclusivamente il processo esecutivo di interesse, ma coinvolgano anche altri processi cognitivi.

Alla luce di ciò, risulta consigliabile adottare un approccio interpretativo più articolato, che integri misurazioni quantitative, osservazioni qualitative e un'attenta analisi dei processi cognitivi implicati e sottostanti. L'utilizzo congiunto di tali metodologie consente di ottenere un quadro più completo e significativo delle prestazioni del bambino.

Le procedure utilizzate per valutare i processi esecutivi (e di pianificazione) in ambito clinico utilizzano misure basate sulla performance (valutazioni dirette) o sul resoconto di terzi

(valutazioni indirette). Le misure basate sulle prestazioni implicano procedure standardizzate gestite da un esaminatore e solitamente valutano l'accuratezza e/o il tempo di risposta; la presentazione dello stimolo è attentamente controllata in modo che l'esecuzione del compito sia uguale per ogni soggetto esaminato. Le misure dirette, come la Torre di Hanoi (TOH) e la Torre di Londra (TOL), prevedono compiti standardizzati che valutano la capacità di pianificare e risolvere problemi in contesti altamente controllati. Questi strumenti risultano particolarmente utili per indagare la sequenzialità delle azioni, la flessibilità cognitiva e la capacità di anticipare gli esiti di una strategia.

Nella sua versione standard, la TOH prevede la presenza di tre pioli e diversi dischi di dimensioni differenti (fig.2)

Figura 2: Struttura della TOH.

Il compito consiste nel ricreare la stessa configurazione, spostando i dischi prima nel secondo piolo e poi nel terzo, in modo tale da mantenere il disco di dimensioni più grandi sempre in basso e il disco più piccolo in alto (fig. 3) (Fansher et al., 2022).

Figura 3: Configurazione finale nel TOH test.

Tuttavia, il soggetto a cui viene somministrato il test deve rispettare tre regole:

- È possibile spostare un solo disco alla volta
- Un disco più grande non può essere impilato al di sopra di uno più piccolo
- Non è possibile spostare un disco se al di sopra ve ne è un altro.

La TOL, invece, è una versione rivisitata del test di TOH, utilizzata in attività sia cliniche che di ricerca nei bambini dai 4 ai 13 anni, che consente di valutare ed osservare la capacità di pianificazione e problem solving. Con esso "è possibile vedere in che misura la persona esaminata è in grado di anticipare le mosse che le permettono di risolvere un semplice problema" (Fancello, 2006).

Il test si compone di diverse palline e di tre pioli di lunghezza diversa (fig.4).

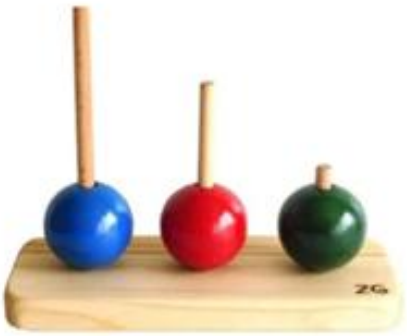


Figura 4: Altezza dei pioli nella TOL.

Si richiede al soggetto di muovere le palline colorate da un piolo all'altro per raggiungere le configurazioni ''target'' presenti all'interno di un fascicolo posto davanti al bambino (fig.5), ed eseguendo un tot di mosse prestabilite dal protocollo che, con l'aumentare delle prove, aumentano insieme al livello di difficoltà della risoluzione del problema (Baughman & Cooper, 2007).

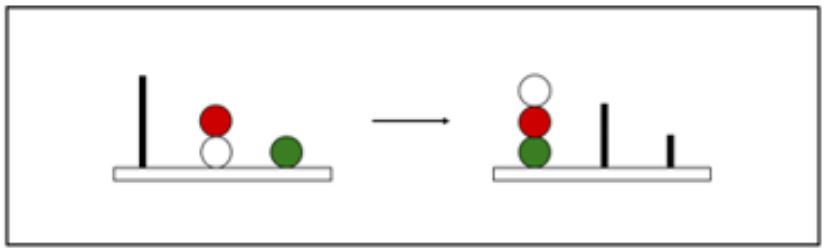


Figura 5: Esempio di un'immagine di riferimento, raffigurante la configurazione finale.

Anche in questo test, il soggetto deve rispettare una serie di regole:

- La posizione spaziale delle palline (al massimo una pallina per l'asta corta, al massimo due per quella media e al massimo tre per quella lunga);
- Il numero massimo di mosse fornite dal somministratore;
- Muovere una sola pallina alla volta;
- Utilizzare una sola mano per spostare le palline;
- Non poggiare sul tavolo o tenere in mano la pallina estratta per poi spostarne un'altra, ma una volta avvenuta l'estrazione della pallina collocarla in un'altra asticella.

Ogni volta che il soggetto viola una regola si passa al tentativo successivo; si hanno a disposizione tre tentativi per ogni prova e le prove totali sono 12. Il somministratore registra il tempo di decisione, di esecuzione e totale per ogni prova, segnalando inoltre eventuali violazioni di regole e numero di mosse, assegnando un punteggio che va da 0 in caso di mancata risposta, 1 per la risoluzione al terzo tentativo e 3 per la risoluzione della configurazione al primo tentativo.

Tuttavia, recenti studi hanno evidenziato che questi test, soprattutto in età evolutiva, non valutano in modo isolato la sola capacità di pianificazione, poiché specialmente nei bambini al di sotto degli 8 anni, l'esecuzione della TOH e della TOL implica anche il coinvolgimento dell'inibizione e della memoria di lavoro, compromettendo la purezza della misurazione (Baker et al., 2010; Kaller et al., 2011).

Per ovviare a tali limiti, si è fatto sempre più ricorso a strumenti ecologici, ovvero compiti progettati per simulare situazioni realistiche della vita quotidiana.

Tra questi, il Test di Pianificazione Quotidiana (TPQ) (Schweiger & Marzocchi, 2008), rappresenta un valido strumento per valutare le abilità di pianificazione spaziale e temporale in un conteste che riproduce la complessità delle situazioni reali.

In questo compito viene chiesto di programmare l'ordine di alcune attività date per una giornata ipotetica, il soggetto deve cercare di rispettare tutti i vincoli logici e temporali ottenendo il percorso più corto. Esistono due versioni: 8-10 anni e 11-14 anni. In questo test si valuta la capacità di pianificazione di 10 azioni abituali in un contesto spaziale (cartina, fig.6).

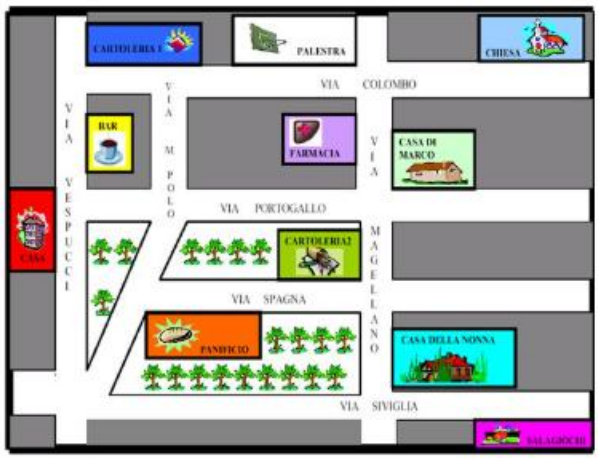


Figura 6: Esempio cartina TPQ.

Le variabili offerte da questo test riguardano indici di accuratezza inerenti a memorizzazione, stima dei tempi, pianificazione (di luoghi e vincoli) e uso della mappa (pianificazione, pianificazione luoghi, pianificazione vincoli, cammino minimo, flessibilità cognitiva, coerenza stime, vincoli temporali). Il punteggio di pianificazione è rappresentato dalla percentuale di commissioni disposte nell'ordine corretto utilizzando la mappa (Rivella et al., 2023).

Il TPQ consente quindi di valutare in modo più autentico l'uso funzionale delle capacità di pianificazione, inclusa la memoria di lavoro, la stima dei tempi, la flessibilità cognitiva e l'organizzazione strategica delle azioni.

L'approccio ecologico di questo test permette di osservare quanto le competenze di pianificazione siano generalizzabili nella vita quotidiana, in ambiti come la gestione della giornata scolastica o l'organizzazione delle attività extrascolastiche (Chan et al., 2008).

In sintesi, mentre i test strutturati come TOH e TOL offrono misurazioni precise e controllate, i test ecologici come il TPQ garantiscono una maggiore validità ecologica, fornendo informazioni su come le funzioni esecutive di manifestano nel comportamento quotidiano. Ed è per tale motivo che l'integrazione di strumenti strutturati ed ecologici risulta fondamentale per ottenere una valutazione più completa delle abilità di pianificazione nei bambini.

Per quanto riguarda le misure di valutazione indirette, invece, si fondano sul resoconto di un informatore che riporti le difficoltà del bambino nello svolgimento delle attività quotidiane. In teoria entrambi i metodi di valutazione, diretti e indiretti, hanno lo scopo di indicizzare lo stesso ampio costrutto mentale sottostante una stessa FE; le ricerche affermano, però, che non è sempre chiaro in che misura la valutazione diretta e indiretta valutino il medesimo costrutto sottostante alla stessa FE (Toplak et al. 2013).

Per valutare in modo indiretto la pianificazione e, in maniera più generale le funzioni esecutive, è possibile avvalersi del questionario QU.F.E. (Valagussa & Marzocchi, 2015). È uno strumento di etero-valutazione composto da 32 item a risposta chiusa. Fornisce informazioni rispetto al funzionamento esecutivo del figlio/studente nella vita quotidiana, sondando domini quali: pianificazione, inibizione, attenzione, monitoraggio, flessibilità cognitiva/shift, controllo delle emozioni, organizzazione del materiale e capacità di iniziativa.

Il questionario prevede due versioni: la versione per i genitori e la versione per insegnanti che forniscono indicazioni in merito a competenze metacognitive, di regolazione emotiva e cognitiva, di organizzazione dei materiali, di adattamento ed iniziativa.

Un ulteriore questionario valido ed attendibile, utile per indagare le funzioni esecutive e la pianificazione è il Behavior Rating of Executive Functions (BRIEF: Baron, 2000; Gioia et al., 2000). È un questionario per genitori che include 86 affermazioni riguardanti il comportamento del bambino. I punteggi grezzi vengono calcolati in 8 sottoscale (inibizione, working-memory, shifting, pianificazione/organizzazione, organizzazione dei materiali, monitoraggio, controllo emotivo e avvio). All'interno di questo questionario, un punteggio composito maggiore indica disfunzioni esecutive maggiori nella vita quotidiana. Risulta essere utile somministrare il BRIEF per la valutazione delle FE e della pianificazione in contesto ecologico.

Possiamo quindi distinguere in maniera generale i test di pianificazione dagli altri strumenti di valutazione per le funzioni esecutive principalmente perché si focalizzano in modo più specifico sulla capacità di formulare, organizzare e monitorare sequenze di azioni che sono finalizzate al raggiungimento di un obiettivo.

Considerata la centralità di tali abilità nello sviluppo del funzionamento quotidiano, la loro valutazione assume un ruolo fondamentale fin dalla prima infanzia. Risulta infatti particolarmente importante valutare le funzioni esecutive nei bambini in età prescolare (dai 3 ai 6 anni) sia in casi di sviluppo tipico, ma ancor più, in presenza di traiettorie di sviluppo atipico, poiché l'identificazione della disfunzione esecutiva precoce può favorire l'intervento e la riduzione dei possibili deficit in ambito accademico, emotivo, comportamentale e sociale (Anderson & Reidy 2012).

1.4 IMPLICAZIONI DELLE FE, IN PARTICOLARE DELLA PIANIFICAZIONE, SUGLI ESITI DI SVILUPPO

Le funzioni esecutive rivestono un ruolo essenziale per la salute fisica e mentale del soggetto, pervadendo ogni aspetto della vita quotidiana (si veda figura 7), e mostrandosi particolarmente rilevanti per un corretto sviluppo cognitivo, sociale e psicologico.

Le FE, durante tutto il corso dello sviluppo dalla nascita all'età adulta, rivestono un ruolo significativo per il raggiungimento di adeguati livelli di salute mentale e fisica. Alcuni studi hanno infatti dimostrato che gli adulti con una migliore qualità di vita, adeguate condizioni lavorative e opportune condotte sociali, erano quei bambini che, anni prima avevano mostrato livelli più alti di controllo inibitorio e pianificazione.

Ad esempio, bambini che a 6 anni mostravano migliori capacità inibitorie e di pianificazione, due anni dopo presentavano migliori competenze sociali e di controllo del proprio comportamento, in risposta alle richieste ambientali (Nigg et al., 1998).

Al contrario, bambini che, tra i 3 e gli 11 anni, dimostravano maggiore impulsività, ridotta capacità di pianificazione e autocontrollo, tendevano ad avere in età adulta maggiori problemi di salute ed essere meno produttivi rispetto ai bambini che hanno avuto migliore autocontrollo e pianificazione (Moffitt, 2001).

Diamond, nel 2013, spiegò il ruolo positivo delle funzioni esecutive in molteplici ambiti di interesse. Rispetto alla salute mentale, la psicologa descrisse come un inadeguato sviluppo delle FE sembra essere coinvolto in forme patologiche di dipendenza, nell'ADHD, nei disturbi del comportamento, nell'alterazione del tono dell'umore, nel disturbo ossessivo compulsivo e nella schizofrenia. Al contrario, un adeguato sviluppo delle funzioni esecutive riduce il rischio di obesità, disturbi alimentari e abuso di sostanze.

Un bambino che possiede adeguate FE avrà infatti con maggiore probabilità un buono sviluppo motorio-prassico, affettivo ed emotivo-relazionale; potrebbe avere esiti positivi di successo scolastico, senza dimostrare difficoltà negli apprendimenti, in particolare nella letto-scrittura e nel calcolo, fino a raggiungere un migliore successo professionale in termini di impiego e produttività. Potrebbe inoltre non avere difficoltà ad instaurare relazioni interpersonali soddisfacenti.

Possiamo quindi continuare ad elencare i numerosi vantaggi che le funzioni esecutive rivestono negli esiti di sviluppo del soggetto, in quanto risultano essere necessarie per il controllo cognitivo del comportamento e adatte a situazioni complesse e inedite.

La pianificazione, in modo più specifico, possiede il ruolo di organizzazione strategica per l'adattamento alle differenti richieste ambientali, permettendo all'individuo di impegnarsi con successo in comportamenti finalizzati e autonomi (Lezak, Howieson e Loring, 2004).

Risulta inoltre importante sottolineare il peso che le funzioni esecutive hanno sulle competenze sociali, emotive e scolastiche. Le FE, infatti, indipendentemente dal QI, influenzano l'acquisizione di capacità di ragionamento, capacità logico-matematiche e di comprensione del testo in età scolare (Razza, 2007). Il corretto sviluppo delle funzioni esecutive è quindi necessario per far sì che il bambino possa perseguire degli obiettivi, conservarli in memoria, monitorare le azioni nel corso del loro svolgimento, nella pianificazione di compiti e previsione degli step necessari.

Viste quindi le molteplici implicazioni che le FE hanno sugli esiti di sviluppo di un soggetto, è fondamentale e necessario sin dall'età prescolare, monitorare l'eventuale presenza di disfunzioni esecutive, le quali devono essere prese attentamente in considerazione.

Aspetti della vita	Modi in cui le FE sono rilevanti per quell'aspetto
Salute mentale	Le FE sono disfunzionali in diversi disturbi psichiatrici, tra cui: - Dipendenze - ADHD - Disordini della condotta - Depressione - Disturbo Ossessivo compulsivo (OCD) - Schizofrenia
Salute fisica	Deficit nelle FE sono associati a: - Obesità e *overeating* - Abuso di sostanze - Mancanza di adesione ai trattamenti
Qualità della vita (QoL)	Correlazione positiva tra QoL e FE
Preparazione scolastica	Le FE contribuiscono in maggior misura alla preparazione scolastico rispetto al QI
Successo scolastico	Le FE sono predittori delle competenze matematiche e linguistiche acquisite durante gli anni di scuola
Successo lavorativo	Carenze nelle FE correlano con bassa produttività e difficoltà nel trovare-tenere un lavoro
Serenità coniugale	Un/a compagno/a con deficit esecutivi può mostrarsi meno affidabile e più incline ad agire d'impulso
Sicurezza pubblica	Disfunzioni nelle funzioni di controllo possono portare a problematiche sociali (crimini, violenza, comportamenti sconsiderati)

Figura 7: Il ruolo delle FE nella vita quotidiana, adattata da Diamond (2013).

1.5 PIANIFICAZIONE E FUNZIONI ESECUTIVE NEI DISTURBI DEL NEUROSVILUPPO

Nel precedente paragrafo abbiamo potuto riscontrare quanto le funzioni esecutive e, in particolar modo, la pianificazione siano indispensabili per una traiettoria di sviluppo tipica nel soggetto, rivestendo un ruolo cruciale per lo sviluppo cognitivo, sociale e comportamentale.

Una compromissione dello sviluppo delle funzioni esecutive è infatti associabile alle patologie del neurosviluppo ed ai quadri di immaturità e/o lesione cortico-cerebrale, in quanto un coinvolgimento delle FE sembra non caratterizzare unicamente le persone con sindromi genetiche o disabilità intellettive, ma anche in molti casi di Disturbi del Neurosviluppo sono stati segnalati deficit delle FE, come ad esempio nel Disturbo da Deficit di Attenzione/ Iperattività (ADHD), nel Disturbo dello Spettro Autistico (ASD), nel Disturbo Primario del

Linguaggio (DPL), nel Disturbo di Coordinazione Motoria (DCD) e nella Disabilità Intellettiva (ID).

Sebbene ogni condizione presenti un profilo neuropsicologico peculiare, numerose evidenze scientifiche indicano che le difficoltà nelle funzioni esecutive rappresentano un tratto trasversale, con manifestazioni che possono includere compromissioni nella pianificazione, nella memoria di lavoro, nel controllo inibitorio e nella flessibilità cognitiva (Diamond, 2013).

Ad esempio, nei soggetti che presentano un Disturbo dello Spettro Autistico si osservano frequentemente difficoltà neuropsicologiche dominio-generali nella pianificazione e nel controllo del comportamento, ovvero un deficit nelle FE, legato ad una difficoltà di gestione degli impulsi e di flessibilità cognitiva, i quali contribuiscono alla rigidità comportamentale tipica del disturbo (Valeri, 2022).

Analogamente, nei bambini con Disturbo Primario del Linguaggio, alcune difficoltà linguistiche sembrano essere legate ad una compromissione delle funzioni esecutive, in particolare nei processi di pianificazione e inibizione, i quali influiscono sulla produzione e comprensione del linguaggio (Kapa e Plante, 2015).

Anche nel caso della Disabilità Intellettiva e del Disturbo della Coordinazione Motoria sono stati osservati deficit esecutivi che impattano sulla capacità di organizzare e gestire sequenze comportamentali finalizzate. La pianificazione, in particolar modo, risulta essere essenziale per la gestione dei comportamenti complessi e la risoluzione dei problemi (Danielsson et al., 2010), facendo in modo che queste difficoltà impattino nella vita quotidiana dell'individuo e nel suo successo scolastico, risultando infatti non essere transitorie ma a persistere nel tempo (Bernardi et al., 2017).

Tuttavia, è nel Disturbo da Deficit di Attenzione /Iperattività che la compromissione esecutiva rappresenta uno degli aspetti cognitivi centrali e caratteristici. Secondo Barkley (1997), l'elemento centrale del disturbo non riguarda l'inattenzione ma bensì una disfunzione dell'inibizione comportamentale, che funge da meccanismo di controllo necessario per il

funzionamento delle altre FE. L'inibizione agisce infatti come processo fondamentale che consente l'attivazione, il mantenimento e il monitoraggio dei comportamenti pianificati, bloccando risposte impulsive e distraenti.

Numerosi studi hanno evidenziato che i bambini con ADHD manifestano difficoltà significative nella pianificazione, nella memoria di lavoro, nella flessibilità cognitiva e nell'autoregolazione del comportamento: tutti elementi alla base dell'organizzazione e della gestione autonoma di compiti complessi ((Pennington & Ozonoff, 1996; Willcutt et al., 2005).

La metanalisi di Willcutt e collaboratori (2005), condotta su 83 studi, ha mostrato il ruolo importante di alcune funzioni esecutive in bambini e adolescenti, evidenziando che le difficoltà nelle funzioni esecutive non siano occasionali, bensì emergono come caratteristiche costanti in molti individui con ADHD. Tra le FE maggiormente compromesse, la pianificazione, l'inibizione della risposta e la memoria di lavoro risultano fortemente associate alla gravità dei sintomi.

Sul piano neurobiologico, numerose evidenze di neuroimaging (Giedd et al., 2001; Rubia et al., 2014) mostrano che l'ADHD è associato ad anomalie strutturali e funzionali nella corteccia prefrontale dorsolaterale che, come abbiamo visto nei precedenti paragrafi, risulta l'area deputata all'integrazione e al coordinamento delle funzioni esecutive.

In conclusione, pur nella varietà dei quadri clinici, appare evidente come le difficoltà di pianificazione e, più in generale, di regolazione esecutiva, siano un tratto comune a diversi disturbi del neurosviluppo, sebbene si manifestino con modalità e gravità differenti.

CAPITOLO 2 – APPRENDIMENTO E PIANIFICAZIONE

2.1 PROCESSI DI APPRENDIMENTO E PIANIFICAZIONE

Nel presente paragrafo andremo ad analizzare il rapporto tra la pianificazione e i processi di apprendimento, per spiegare le modalità attraverso cui i bambini costruiscono attivamente la conoscenza, organizzano le informazioni e affrontano compiti cognitivamente complessi in ambito scolastico.

Prima di tutto è opportuno spiegare brevemente cosa si intende per apprendimento. Apprendere vuol dire modificare la struttura delle competenze già in possesso e i legami tra di esse, in modo da integrare progressivamente nuove informazioni, riorganizzando la mappa dei concetti già elaborati. L'apprendimento può essere definito ed inteso come un processo attivo e dinamico, grazie al quale l'individuo acquisisce, rielabora e utilizza nuove conoscenze e competenze derivanti dall'esperienza, dall'istruzione e dall'interazione con l'ambiente (Bransford, Brown & Cocking, 2000). Nell'ambito delle scienze cognitive, il concetto di apprendimento è stato interpretato e modellato da svariate prospettive e modelli teorici. Tra i modelli più importanti vi sono quelli comportamentisti, cognitivisti e costruttivisti.

Per i comportamentisti (ricordiamo Watson, Pavlov, Skinner) l'apprendimento si stabilisce esclusivamente attraverso l'acquisizione di abitudini e l'associazione tra stimoli, ovvero segnali provenienti dall'ambiente, e risposte, cioè comportamenti messi in atto dal soggetto.

Il cognitivismo, invece, è un approccio funzionale che studia le modalità attraverso le quali le informazioni vengono trasformate, immagazzinate ed elaborate, rappresentando così un processo di trasformazione ed elaborazione dell'informazione (Flavell, 1979).

L'ultimo dei tre grandi filoni è il costruttivismo: un approccio che pone il soggetto che apprende al centro del processo formativo. Per il costruttivismo di Piaget, padre delle teorie

contemporanee sullo sviluppo cognitivo, l'individuo non è un agente passivo, bensì è attivo costruttore della propria realtà e conoscenza attraverso scambi reciproci e bidirezionali organismo-ambiente. Per gli esponenti di questa corrente di pensiero, l'apprendimento rappresenta il prodotto di una costruzione attiva da parte del soggetto.

Il cognitivismo differisce dal costruttivismo principalmente perché enfatizza il ruolo della codifica e del recupero delle informazioni e della loro elaborazione attraverso i processi cognitivi, come ad esempio la memoria di lavoro, mentre l'approccio costruttivista attribuisce un ruolo centrale all'interazione sociale e alla costruzione attiva della conoscenza (Piaget, 1991; Vygotsky, 1978).

Questi tre grandi filoni (comportamentismo, cognitivismo e costruttivismo) rappresentano solo una parte degli approcci legati allo studio dello sviluppo cognitivo, poiché un grande contributo è stato poi apportato dalle neuroscienze cognitive. Le neuroscienze indagano la relazione tra lo sviluppo cognitivo e lo sviluppo del cervello, utilizzando come punto cardine il concetto di plasticità cerebrale.

L'aspetto della plasticità del cervello è molto importante nell'apprendimento perché bisogna dare risalto alle predisposizioni che permettono l'apprendimento, ossia sul fatto che il sistema sia già preparato a canalizzare l'attenzione su alcuni stimoli salienti rispetto ad altri. Il cervello, plastico e flessibile, deve rispondere ad un ambiente altrettanto variabile, ed è attraverso questa interazione tra cervello, ambiente e esperienza che avviene il processo di specializzazione a livello cognitivo, tra cui anche l'apprendimento.

Lo studio delle funzioni cognitive nel processo di apprendimento è stato oggetto d'interesse per molti ricercatori della psicologia cognitiva impegnati in ambito evolutivo, soprattutto in virtù delle notevoli ripercussioni che esse hanno su molti ambiti della vita quotidiana di bambini e adolescenti e dalla necessità di definire il rapporto che intercorre tra questi processi cognitivi e il successo scolastico. In questo quadro teorico quindi, le funzioni esecutive e, in particolare la pianificazione, rivestono un ruolo chiave all'interno del processo di apprendimento.

La capacità di pianificazione permette di rappresentare mentalmente un obiettivo, suddividerlo in sotto-obiettivi organizzando una sequenza coerente di azioni per raggiungerlo. Questa capacità implica la previsione, il controllo e la valutazione dei propri comportamenti cognitivi e motori in funzione di uno scopo (Anderson, 2002; Baddeley, 1996), risultando infatti fondamentale nei contesti scolastici, dove gli studenti necessitano ad esempio, di organizzare i compiti, gestire il tempo e affrontare problemi complessi, adattandosi a richieste cognitivamente diversificate.

Numerosi studi hanno infatti dimostrato che la capacità di pianificare è strettamente legata a risultati accademici. Best, Miller e Naglieri in uno studio del 2011 hanno evidenziato come le abilità esecutive predicano significativamente il rendimento scolastico in età evolutiva, suggerendo che bambini e adolescenti che possiedono un buon funzionamento esecutivo mostrino maggiore successo nelle attività scolastiche.

Il contributo delle funzioni esecutive e della pianificazione diventa ancora più evidente nei contesti di apprendimento complesso, nel quale l'individuo è chiamato ad integrare conoscenze e abilità per risolvere problemi reali e poco strutturati. Secondo Schwaighofer, Bühner e Fischer (2017) l'apprendimento complesso richiede l'utilizzo intensivo delle FE, in particolar modo della pianificazione, oltre alle tre componenti di base (memoria di lavoro, inibizione e flessibilità cognitiva). I loro studi mostrano come la variabilità individuale nelle componenti fondamentali delle funzioni esecutive, come la memoria di lavoro, l'inibizione e la flessibilità cognitiva, esercita un'influenza significativa sull'apprendimento complesso, ovvero su quei compiti che richiedono la gestione simultanea di conoscenza teoriche e abilità procedurali, come ad esempio la matematica, la lettura e la comprensione del testo. Sebbene la pianificazione non venga esaminata e valutata in maniera esplicita, essa rappresenta un esito emergente della coordinazione di queste componenti, risultando strettamente connessa alla riuscita accademica e permettendo di affrontare in modo efficace compiti che richiedono più passaggi come, ad esempio, la risoluzione di problemi matematici, la scrittura di testi ma anche

lo studio autonomo (Schwaighofer, Bühner & Fischer, 2017). In tal senso, la capacità di pianificare può essere considerata un indicatore del buon funzionamento esecutivo, costituendo un elemento cruciale per affrontare le sfide cognitive poste in tutte le varie fasi dell'apprendimento scolastico.

È infatti evidente come la pianificazione e, in senso più generale, le funzioni esecutive non abbiamo lo stesso peso in tutte le fasi di apprendimento e in tutte le età. Fino ai 7 anni, l'inibizione risulta essere il predittore maggiore della prestazione scolastica, mentre a partire dagli 8 anni in poi assume il ruolo centrale la memoria di lavoro, seguita successivamente dalla flessibilità cognitiva (Isquith et al., 2004; Huizinga & Van Der Molen, 2007). La pianificazione infine risulta fondamentale nei compiti più complessi che richiedono l'attivazione simultanea di più processi cognitivi, come accade, ad esempio, nel calcolo matematico (Gerst et al., 2017) e nella comprensione del testo scritto (Sesma et al., 2009).

Le singole componenti delle funzioni esecutive, perciò, sono implicate in modo differenziato a seconda del dominio accademico. In particolare, la flessibilità cognitiva viene associata a migliori risultati nella lettura, nelle scienze e nella regolazione dei processi coinvolti nella comprensione del testo e nello studio delle discipline sociali. La memoria di lavoro e la pianificazione, invece, risultano sempre più rilevanti con l'aumentare della complessità dei materiali di apprendimento, come avviene ad esempio nei testi scritti complessi (Sesma et al., 2009), mentre l'inibizione mostra correlazioni significative con la matematica e le scienze.

Lo studio di Gerst et al. (2017), condotto su bambini di età compresa tra i 5 e gli 11 anni, ha evidenziato quanto la pianificazione e l'inibizione rappresentino i più forti predittori delle competenze nel calcolo matematico. Tali evidenze suggeriscono che le richieste esecutive variano in base al tipo di contenuto e compito scolastico affrontato (Passolunghi & Lanfranchi, 2012), suggerendo dunque una specificità funzionale delle diverse FE nei differenti domini di apprendimento.

È interessante notare, inoltre, che le funzioni esecutive possono anche rivelarsi modulatori dell'efficacia di approcci didattici. Schwaighofer et al. (2017) parlano infatti di "aptitude-treatment interactions", ovvero interazioni tra le caratteristiche cognitive dello studente, come ad esempio la pianificazione o la memoria di lavoro, e i metodi di insegnamento, suggerendo che le FE e la pianificazione non rappresentano solo un prodotto dello sviluppo cognitivo, ma sono una competenza modulabile attraverso contesti di apprendimento appropriati. Ambienti di apprendimento stimolanti e ben strutturati possono infatti migliorare le funzioni esecutive stesse, producendo effetti di trasferimento su altri domini cognitivi (Diamond & Ling, 2016). Di conseguenza, promuovendo la pianificazione nei contesti scolastici, non solo si supporta lo svolgimento di compiti accademici, ma si favorisce lo sviluppo generale della capacità di apprendere.

Possiamo quindi concludere che il rapporto tra la pianificazione e l'apprendimento è bidirezionale. La pianificazione da un lato supporta l'organizzazione e la regolazione dei processi di apprendimento e dall'altro le esperienze di apprendimento complesse e intenzionali contribuiscono allo sviluppo della capacità di pianificazione.

2.2 DIFFICOLTA' DI APPRENDIMENTO E PIANIFICAZIONE

Come abbiamo detto nel precedente paragrafo, nel contesto dell'apprendimento scolastico, la pianificazione rappresenta un processo cognitivo centrale per affrontare attività complesse e compiti che richiedono una sequenza ordinata di operazioni, come ad esempio la scrittura di un testo, la risoluzione di problemi matematici o semplicemente l'organizzazione dello studio.

Per sviluppare le abilità scolastiche, la capacità di pianificazione, intesa come la possibilità di definire un obiettivo, prevedere i passaggi per raggiungerlo e di conseguenza anticipare eventuali ostacoli, risulta essenziale.

Le difficoltà nella pianificazione, non si manifestano soltanto nei bambini che presentano una diagnosi di disturbo, ma possono essere frequentemente riscontrabili anche in soggetti che pur se non soddisfano i criteri per un Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA), possiedono ugualmente un andamento scolastico disorganizzato e faticoso legato a debolezze nei processi di controllo cognitivo e pianificazione (Cornoldi & Giofrè, 2014).

Col termine disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) ci si riferisce ad un gruppo eterogeneo di disturbi consistenti in significative difficoltà nell'acquisizione e nell'uso di abilità di ascolto, espressione orale, lettura, ragionamento e matematica (APA, 2013). Il DSM-5 organizza i DSA in: disturbi con compromissione della lettura (dislessia evolutiva), disturbi con compromissione della scrittura (disortografia e disgrafia) e disturbi con compromissione del calcolo (discalculia); specificando che "Dislessia è un termine alternativo utilizzato per riferirsi a un pattern di difficoltà di apprendimento caratterizzato da problemi con il riconoscimento accurato o fluente delle parole, con 16 scarse abilità di decodifica e spelling. Se dislessia viene utilizzato per specificare questo particolare pattern di difficoltà, è importante specificare anche la presenza di qualsiasi difficoltà aggiuntiva, come difficoltà nella compromissione della lettura o nel ragionamento matematico" (DSM-5); e "Discalculia è un termine alternativo utilizzato per riferirsi a un pattern di difficoltà caratterizzato da problemi nell'elaborare informazioni numeriche, imparare formule aritmetiche ed eseguire i calcoli in maniera accurata o fluente. Se discalculia viene utilizzato per specificare questo particolare pattern di difficoltà matematiche, è importante specificare anche la presenza di qualsiasi difficoltà aggiuntiva, come difficoltà nel ragionamento matematico o nella precisione del ragionamento a parole" (DSM-5).

Col disturbo specifico di apprendimento possono coesistere problemi nei comportamenti di autoregolazione, nella percezione sociale e nell'interazione sociale, ma questi non costituiscono di per sé un disturbo specifico dell'apprendimento. I disturbi specifici dell'apprendimento possono verificarsi in concomitanza con altri fattori di disabilità o con

influenze estrinseche (culturali, d'istruzione, ecc.), ma non sono il risultato di quelle condizioni o influenze (Hammill, 2009).

Nei DSA, in particolare, la compromissione delle abilità di pianificazione è stata evidenziata da diversi studi empirici. I bambini con dislessia, ad esempio, faticano ad organizzare il proprio approccio al compito e tendono ad agire in modo impulsivo, mostrando infatti difficoltà nell'anticipare le fasi del compito e dell'attività che stanno svolgendo (Reiter et al., 2005). Allo stesso modo, nei soggetti con discalculia, la pianificazione si rivela compromessa soprattutto nella gestione sequenziale dei passaggi logico-matematici, influenzando così la capacità di organizzazione dei dati del problema e della selezione della strategia risolutiva (Anderson, 2008).

Queste difficoltà non si limitano soltanto alla sfera cognitiva e scolastica, ma hanno ricadute importanti anche sul piano emotivo e motivazionale, poiché faticare per gestire il compito può generare insuccessi scolastici ripetuti, provocando un impatto negativo sull'autostima e sulla percezione di autoefficacia del bambino (De Beni & Moè, 2000).

Come riportato nel primo capitolo, la compromissione della pianificazione è spesso correlata a un funzionamento atipico delle aree frontali del cervello, che maturano più lentamente nei bambini con DSA rispetto ai pari con sviluppo tipico (Cutting et al., 2009). Le ricerche di neuroimaging funzionale mostrano che, durante i compiti che richiedono pianificazione e controllo, i bambini che possiedono difficoltà nell'apprendimento attivano le reti fronto-parietali in modo meno efficiente (Rubia et al., 2006) (vedi fig.8).

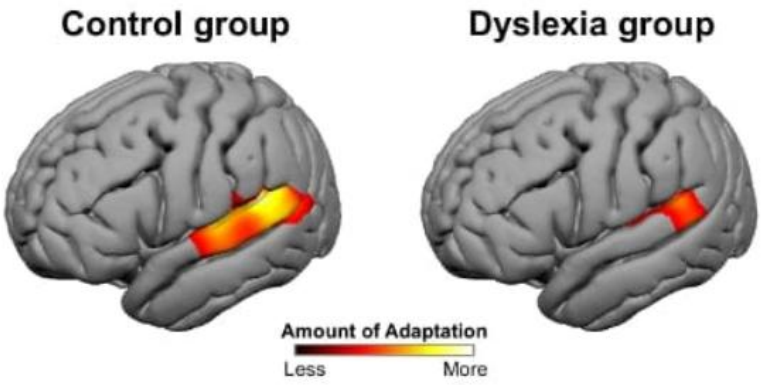


Figura 8: Attivazione cerebrale a confronto tra gruppo di controllo e gruppo con dislessia.

Nel contesto delle difficoltà di apprendimento, la pianificazione e l'inibizione rappresentano due componenti strettamente collegate delle funzioni esecutive. Pianificare un'azione cognitiva, come ad esempio leggere un testo, implica anche la capacità di mantenere uno scopo in mente, ma soprattutto richiede la capacità di inibire le risposte affrettate, specialmente quando il compito è complesso. In questo senso, la compromissione della pianificazione può manifestarsi non solo come incapacità di organizzare in anticipo le azioni necessarie, ma anche come difficoltà nel controllare l'impulso a rispondere troppo presto.

Il profilo dei cosiddetti "guessers", descritto da Van der Schoot (2010) è molto rappresentativo: si tratta di soggetti con dislessia che leggono velocemente commettendo numerosi errori, sia perché non viene pianificato in modo adeguato il processo di lettura, saltando passaggi cruciali (come, ad esempio, la codifica accurata della parola) sia perché questi soggetti non inibiscono le risposte automatiche errate. Questo meccanismo suggerisce che la pianificazione risulta inefficace o assente, perché dominata da risposte impulsive non filtrate, dovute da un deficit inibitorio.

Dunque, la difficoltà di pianificazione nei guessers non rappresenta solo mancanza di previsione, ma incapacità di controllare e regolare l'esecuzione del piano, rimarcando la

profonda interazione tra inibizione e pianificazione, entrambe sostenute dalle stesse reti frontali (Cutting et al., 2009; Anderson, 2002).

Il fallimento della pianificazione, però, potrebbe non dipendere solo da un "deficit" delle componenti esecutive, ma può rispecchiarsi anche nella mancanza di strategie metacognitive e di consapevolezza nei confronti del compito, impedendo agli studenti con difficoltà di correggere gli errori o di monitorare i propri progressi (Cartwright, 2012).

È ben chiara, perciò, l'importanza della pianificazione nell'ambito scolastico. Le difficoltà di pianificazione sono infatti trasversali a diverse aree dell'apprendimento, influenzando così non solo i risultati scolastici ma anche la gestione del proprio percorso di studio. Una debolezza in tale funzione si traduce nella tendenza ad iniziare compiti senza una precisa strategia, ad abbandonarli di fronte ad ostacoli senza utilizzare strumenti di supporto in modo efficace, come ad esempio le mappe concettuali (vedi fig. 9) o i materiali visivi. Questo pattern è infatti spesso evidente in ambito clinico: i bambini con difficoltà scolastiche riportano, ad esempio, di dimenticare materiale, di non sapere da dove cominciare un compito o addirittura di saltare dei passaggi cruciali nell'esecuzione di attività scolastiche (Re & Cornoldi, 2010).

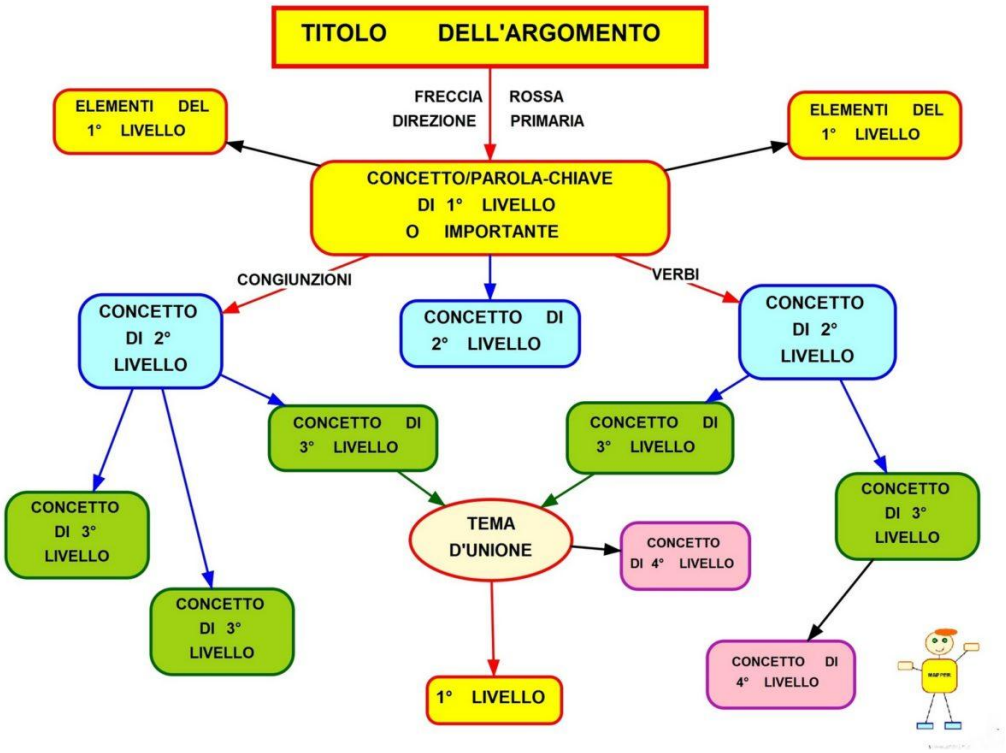


Figura 9: Esempio di mappa concettuale semplificata per soggetti con difficoltà di apprendimento.

Per ovviare a tale difficoltà si sono dimostrati utili interventi didattici basati su attività di pianificazione e modellamento di strategie, uso di schede guida e autoistruzioni per i soggetti con difficoltà di apprendimento (Zelazo & Carlson, 2012). Tali programmi favoriscono l'acquisizione di un approccio strategico all'apprendimento, promuovendo un'autonomia maggiore e riducendo la dipendenza da figure di supporto esterno (Tarchi, 2015).

Per concludere, possiamo quindi affermare che la pianificazione e le difficoltà legate ad essa costituiscono un elemento cruciale nella genesi e nel mantenimento delle difficoltà scolastiche, soprattutto nei DSA. Comprendere e valutare tali difficoltà rappresenta un processo estremamente importante in nell'ottica di una promozione dell'autonomia scolastica.

2.3 DIFFICOLTA' ATTENTIVE E PIANIFICAZIONE

Le difficoltà attentive rappresentano uno dei principali ostacoli nell'esecuzione efficace dei processi di pianificazione, risultando essenziali nei compiti complessi e nella regolazione

delle proprie azioni rispetto agli obiettivi. I deficit attentivi, in particolar modo quelli caratteristici del Disturbo da Deficit di Attenzione/Iperattività (ADHD), sono infatti associati a compromissioni nella pianificazione e più in generale nelle funzioni esecutive (FE) (Papadopoulos et al., 2005). I bambini che presentano questo disturbo sono infatti caratterizzati da alti livelli di energia, scarse abilità sociali, scarsa organizzazione, difficoltà scolastiche, mancanza di concentrazione, impulsività e molte altre difficoltà (Campbell, 2000).

Prove sempre più numerose dimostrano che le funzioni esecutive rappresentano il meccanismo cognitivo che meglio differenzia i bambini con e senza difficoltà e/o deficit di attenzione (Barkley, 2001; Barkley, Laneri, Fletcher e Metevia, 2001), poiché le FE, spesso prevedono un'ampia gamma di processi, come appunto la pianificazione, ma anche l'inibizione, l'autoregolazione e il coordinamento.

Secondo il modello PASS (Planning, Attention, Simultaneous and Successive Processing) (Das & Naglieri, 2011) (vedi fig.10), sviluppato dalle teorie neuropsicologiche di Luria, l'attenzione e la pianificazione rappresentano due delle quattro componenti che stanno alla base del funzionamento cognitivo (Das & Naglieri, 2011). Secondo questo modello, l'attenzione risulta necessaria per elaborare e trattare in modo efficiente le informazioni, diventando una condizione preliminare per implementare la capacità di pianificazione.

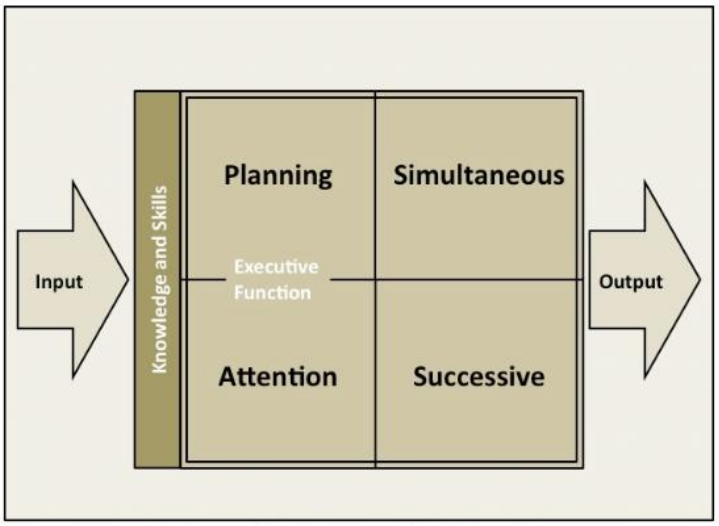


Figura 10: Diagramma del modello PASS.

Lo studio di Naglieri e colleghi (1989) ha esplorato il ruolo specifico dell'attenzione e della pianificazione attraverso un'analisi fattoriale di compiti che misurano le quattro aree del modello PASS, dimostrando e confermando che attenzione e pianificazione costituiscono dimensioni separate e distinte ma correlate tra di loro, poiché una performance efficace nei compiti di pianificazione dipende molto dalla capacità del soggetto di sostenere l'attenzione selettiva inibendo le risposte impulsive.

Diverse ricerche (Papadopoulos et al., 2005; Barkley et al., 2001; Berman, Douglas & Barr, 1999) hanno infatti dimostrato come i deficit delle funzioni esecutive, in particolar modo della pianificazione e inibizione, siamo esplicitamente collegati alla disattenzione. Sono state perciò riscontrate scarse prestazioni nei bambini con ADHD sia in compiti relativamente complessi, come ad esempio nella Torre di Hanoi, sia in compiti più semplici, come la figura di Rey (Timothy & Papadopoulos, 2005) (vedi fig. 11). Tali difficoltà sono state spiegate come derivate dall'incapacità di sostenere un approccio organizzato e pianificato, tentando allo stesso tempo di evitare di rispondere in modo impulsivo (Aman, Roberts & Pennington, 1998).

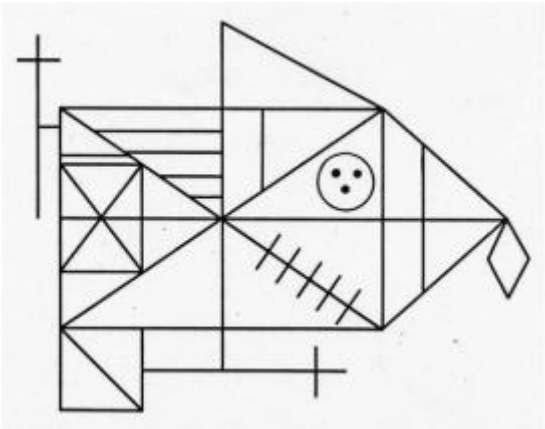


Figura 11: Test della figura di Rey.

Tali dati confermano l'interrelazione tra la pianificazione e l'attenzione, sostenendo l'ipotesi che una compromissione nell'attenzione interferisca con l'attivazione di strategie

anticipatorie necessarie per pianificare un'azione. Per questo motivo, i bambini che prestano deficit attentivi, possiedono difficoltà nei prerequisiti fondamentali di una pianificazione efficace, cioè nel mantenere un livello di attenzione adeguato, focalizzarsi su stimoli rilevanti e sopprimere risposte distraenti (Kempton et al., 1999; Perchet et al., 2001).

Nei soggetti con ADHD, le difficoltà attentive influenzano il modo in cui le risorse cognitive vengono distribuite durante le fasi di un compito pianificatorio; infatti, in questi casi il soggetto impiega maggior tempo nella valutazione finale della risposta data, rispetto a quello impiegato per la pianificazione iniziale, suggerendo in questo senso un'inversione disfunzionale del ciclio di pianificazione – esecuzione – monitoraggio (Papadopoulos et al., 2005). Questo pattern si riflette in un controllo cognitivo inefficiente, che potrebbe essere collegato ad una compromissione nei sistemi fronto-striatali coinvolti nella regolazione dell'attenzione e nella formulazione di strategie di risposta (Barkley, 2001).

Appare centrale in questo contesto il ruolo della memoria di lavoro, risultando strettamente connessa sia all'attenzione che alla pianificazione. Essa permette infatti di mantenere in memoria le informazioni rilevanti durante l'elaborazione di un piano, aggiornandole in base al feedback ricevuto dall'ambiente. Le difficoltà attentive interferiscono con questa capacità di aggiornamento, producendo così errori nel mantenimento degli obiettivi intermedi e nella verifica delle azioni (Das, Kar & Parrila, 1996).

La pianificazione si configura quindi come un processo cognitivo di alto livello, dipendendo in modo critico dall'efficienza dei processi attentivi. Le difficoltà di attenzione, perciò, compromettono le capacità di pianificare in modo strategico e flessibile, generando uno stile cognitivo disorganizzato ed impulsivo.

CAPITOLO 3 – PROGETTO DI RICERCA

3.1 INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA RICERCA

La pianificazione rappresenta una funzione esecutiva di ordine superiore che consente all'individuo di formulare, organizzare e regolare una sequenza di azioni orientate a uno scopo.

Come descritto nel primo capitolo, le abilità di pianificazione si sviluppano lungo un continuum evolutivo e si costruiscono a partire dall'integrazione delle funzioni esecutive (FE) di base, quali l'inibizione, la memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva (Miyake et al., 2000; Diamond, 2013).

In ambito evolutivo la pianificazione diventa progressivamente più sofisticata, rappresentando in questo senso una FE complessa e fortemente influenzata dallo sviluppo di queste componenti fondamentali di base, che forniscono il substrato cognitivo necessario per la rappresentazione mentale dei problemi, l'organizzazione temporale delle azioni e l'adattamento a nuove situazioni.

Nel secondo capitolo si è evidenziato come tali processi risultino particolarmente rilevanti anche in ambito scolastico, dove le richieste cognitive imposte dagli apprendimenti pongono il bambino di fronte a compiti con diversi gradi di complessità.

In questo contesto si distinguono infatti gli apprendimenti di base da quelli complessi; gli apprendimenti di base (come la lettura di parole, il calcolo meccanico e il dettato) si fondano su processi automatizzati o fortemente strutturati e spesso risultano associati a componenti cognitive specifiche, come ad esempio le FE di base. Al contrario, gli apprendimenti complessi (come la comprensione del testo, la produzione scritta e i problemi matematici) richiedono una maggiore integrazione tra i vari processi cognitivi, differenziandosi ad esempio per il loro livello di astrazione, per la necessità di gestire più informazioni simultaneamente, ma anche per la richiesta di pianificazione e monitoraggio strategico, facendo appello alle capacità di

pianificare e monitorare in modo flessibile strategie risolutive. Gli apprendimenti complessi sono infatti maggiormente associati alle competenze di pianificazione, in quanto richiedono un controllo esecutivo proattivo, una gestione flessibile delle informazioni e la capacità di anticipare e monitorare una sequenza di azioni (Cragg & Gilmore, 2014; Best et al., 2011). Al contrario, gli apprendimenti di base sembrano dipendere in misura maggiore da processi automatizzati e da componenti esecutive più specifiche, come la memoria di lavoro verbale o l'attenzione sostenuta, piuttosto che dalla pianificazione vera e propria (vedi cap. 2.2).

A partire da queste premesse teoriche, il presente studio si propone di approfondire il ruolo della pianificazione e dell'apprendimento in età scolare, ponendosi due obiettivi principali:

1. Il primo obiettivo intende studiare la relazione tra le funzioni esecutive di base e la pianificazione.

   Sulla base del modello di Miyake et al. (2000), ci si aspetta che le FE di base siano significativamente associate ai punteggi nei compiti di pianificazione, assumendo che queste costituiscano un prerequisito necessario per il funzionamento pianificatorio. Questo può accadere perché buone competenze inibitorie, di memoria di lavoro e di flessibilità predicono migliori prestazioni nei compiti di pianificazione (Anderson, 2002; Diamond, 2013). Tale relazione è coerente con una visione gerarchica delle FE, nella quale la pianificazione emerge dall'integrazione dinamica di abilità esecutive elementari (vedi 1.1.2).

   Questo primo obiettivo mira quindi a verificare la natura dell'associazione tra le FE di base e la pianificazione, considerando quest'ultima come funzione emergente.

2. Il secondo obiettivo si pone di analizzare la relazione tra la pianificazione e i processi di apprendimento.

   In particolare, si intende verificare se la pianificazione sia associata agli apprendimenti scolastici, con un'ipotesi di maggiore correlazione con i compiti

complessi. Si suppone che nei compiti più articolati la pianificazione assuma un ruolo strategico fondamentale rispetto ai compiti più automatici di base, dove il carico esecutivo è più ridotto (vedi cap. 2.2).

Questo obiettivo mira quindi a chiarire il valore predittivo della pianificazione in funzione del tipo di compito scolastico.

Alla luce di queste considerazioni teoriche e sulle evidenze riportate nei precedenti capitoli, lo studio si propone dunque di contribuire alla comprensione dei meccanismi cognitivi sottostanti la pianificazione e del suo ruolo nei processi di apprendimento in età scolare.

3.2 METODO

3.2.1 CAMPIONE

Il presente studio ha coinvolto un campione iniziale di 325 bambini frequentanti la II e III classe della scuola primaria.

Sono stati esclusi dallo studio 8 bambini con un quoziente intellettivo (QI) inferiore a 85, valutato tramite la Cattel's Culture Intelligence Test (Cattel QI <85), e 18 bambini segnalati per bisogni educativi speciali (BES), tra cui alunni con scarsa conoscenza della lingua italiana, soggetti in corso di valutazione clinica o segnalati dalle insegnanti per approfondimenti diagnostici.

Il campione finale risulta composto da 299 bambini, con un'età compresa tra 7 e 9 anni (M = 8,17; DS = 0,58). La distribuzione per genere comprende 138 femmine (46%) e 161 maschi (54%), mentre la distribuzione per classe scolastica evidenzia 165 bambini (55%) frequentanti la seconda primaria e 134 bambini (45%) frequentanti la terza primaria.

La ricerca è stata condotta in diversi istituti scolastici delle città di Genova e Firenze. In particolare, per il territorio genovese hanno partecipato: l'Istituto Comprensivo di Rivarolo (principalmente per la fase pilota), l'Istituto Comprensivi di Teglia (che include i plessi

Morante, Teglia e Sanguineti), l'Istituto Comprensivo De Scalzi-Polacco e l'Istituto Comprensivo Quarto. Per la città di Firenze, hanno preso parte l'istituto Comprensivo Borsellino (plesso Casciavola) e l'Istituto Comprensivo Carlo Piaggia.

3.2.2 TUTELA DEI PARTECIPANTI

La ricerca è stata condotta nel pieno rispetto delle normative etiche e giuridiche vigenti in materia di partecipazione a studi sperimentali con minori. Prima dell'avvio della raccolta dati, il progetto è stato sottoposto e approvato dal Comitato Etico per la Ricerca di Ateneo (CERA) dell'Università degli Studi di Genova, che ha valutato la conformità del protocollo alle linee guida etiche europee e nazionali.

La partecipazione dei bambini è avvenuta esclusivamente su base volontaria, previo ottenimento del consenso informato scritto da parte dei genitori o dei tutori legali. Ai familiari è stata fornita un'informativa dettagliata circa le finalità dello studio, le procedure previste, le caratteristiche delle prove e delle sessioni di gioco, nonché i potenziali rischi e benefici, chiarendo che la partecipazione era libera e revocabile in qualsiasi momento.

In conformità al Regolamento UE 2016/679 (GDPR), i dati personali e sensibili dei partecipanti sono stati trattati nel rispetto dei principi di liceità, correttezza e trasparenza, pertinenza e limitazione, esattezza e aggiornamento, non eccedenza e responsabilizzazione.

A ciascun bambino è stato assegnato un codice identificativo, così da garantire l'anonimato e impedire l'associazione diretta tra nominativo e dati raccolti. Le informazioni identificative sono state conservate separatamente e protette tramite misure tecniche e organizzative adeguate.

Di dati sono accessibili esclusivamente ai ricercatori autorizzati e saranno diffusi solo in forma anonima e aggregata, senza possibilità di risalire ai partecipanti.

3.2.3 STRUMENTI

Nella presente ricerca sono stati utilizzati diversi strumenti standardizzati con l'obiettivo di rilevare il profilo di funzionamento cognitivo e scolastico dei bambini. La selezione degli strumenti è stata guidata dall'esigenza di includere misure affidabili e validate per la valutazione delle abilità scolastiche di base e complesse, delle funzioni esecutive di base (inibizione, memoria di lavoro) e della pianificazione.

Di seguito saranno elencati gli strumenti somministrati per la raccolta dei dati della ricerca, suddivisi in base agli obiettivi di rilevazione e alla natura del test.

APPRENDIMENTI SCOLASTICI

Apprendimenti di base: gli apprendimenti scolastici di base costituiscono le competenze cognitive e accademiche successive. Comprendono in particolare la lettura, la scrittura e il calcolo. La valutazione di tali abilità è fondamentale per identificare eventuali difficoltà specifiche che possono influenzare negativamente l'esperienza scolastica e le traiettorie evolutive dei bambini (Cornoldi & Lucangeli, 2012).

Nel presente studio, gli apprendimenti scolastici di base sono stati indagati mediante le seguenti prove standardizzate:

<u>BVSCO-2 – Dettato di brano</u>

Il dettato di brano, tratto dalla batteria BVSCO-2 (Cornoldi, Re & Tressoldi, 2013), è stato utilizzato per valutare le competenze ortografiche e la correttezza morfosintattica nella scrittura. La BVSCO-2 è una Batteria per la Valutazione della Scrittura e della Competenza Ortografica tarata per bambini della scuola primaria, dai 6 agli 11 anni. Questa batteria comprende diverse prove, generalmente organizzate in: dettato di brano, dettato di parole e non parole, completamento di frasi o parole e prove di copiatura.

La prova somministrata nella presente ricerca prevede la lettura da parte del somministratore di un brano standardizzato ("Il cieco e la fiaccola" per le classi II e "Il leone e il gallo" per le classi III), che i bambini devono scrivere integralmente (vedi fig. 12 e 13).

Il cieco e la fiaccola (2ª classe)

Un cieco/ girava/ per/ le strade/ di una città/ in/ una notte/ senza stelle/, con un orcio/ sulle spalle/ e/ una fiaccola/ in mano.
"Sciocco/ – gli disse/ un signore/ che passava/ – buio/ o/ non buio/, per te/ che sei/ cieco/ è la stessa/ cosa./ A che/ ti serve/ la fiaccola?"
"La fiaccola/ serve/ per te"/ rispose/ il cieco.
"Tu,/ non vedendomi,/ potresti urtarmi/ e farmi rompere/ l'orcio".
E/ l'uomo/ non seppe/ come/ replicare/ a questa/ saggia risposta.

Figura 12: Dettato di brano della seconda primaria

Il leone e il gallo (3ª classe)

Il re/ degli animali/, con un tonante/ ruggito,/ stirò le membra/ e si avviò/ di buon passo/ verso il fiume.
Ad/ un tratto/ udì uno strepitio/ che lo impressionò:/ era/ una carretta vuota,/ trainata da/ un cavallo imbizzarrito,/ che sobbalzava veloce/ sui sassi.
Il leone/ si precipitò/ dentro un cespuglio/ e chiuse gli occhi:/ non aveva mai visto/ un animale/ così strano/ e rumoroso./ Dopo un po'/ riprese il cammino./ Non aveva fatto/ molti passi/ quando udì,/ forte e vicino,/ un gallo cantare./ Si fermò di colpo./ Il gallo/ cantò di nuovo,/ più forte di prima./ Il leone/ incominciò/ a tremare./ Il gallo,/ con la sua cresta rossa,/ gli passò di corsa davanti/ nell'erba alta./ Il leone/ vide soltanto/ quella cresta fiammeggiante/ che correva/ e faceva/ *chicchirichì*,/ e in preda al terrore/ ritornò a gran balzi/ nella boscaglia.

Figura 13: Dettato di brano della terza primaria

La consegna è collettiva e si svolge in aula, con i bambini che scrivono su fogli predisposti e consegnati dal somministratore. Quest'ultimo deve dettare il brano a voce alta, facendo particolare attenzione a mantenere un ritmo costante e comprensibile, modulando inoltre il ritmo di dettatura in relazione al ritmo presente in ciascuna classe. La scansione con cui vanno lette le parti del testo è indicata dalle separazioni contenute nei brani (vedi fig. 12 e 13). Il criterio da seguire durante la dettatura è quello di aspettare che quasi tutti i bambini (i nove decimi) della classe abbiano terminato di scrivere. Durante la prova non è consentito ripetere le

frasi o rispondere a richieste di aiuto, non si possono inoltre dare spiegazioni anticipate, su vocaboli o frasi che possono essere di difficile comprensione. L'alunno per la comprensione deve aiutarsi facendo riferimento solo al contesto. L'operatore dovrà infatti avvisare gli alunni di saltare le parole quando perdono il ritmo del dettato, perché è importante non fermare la dettatura una volta che questa è stata avviata. Sono però consentite un massimo di due pause qualora se ne osservi la particolare necessità.

Le istruzioni e la consegna della prova date ai bambini sono state le seguenti: "questa prova consiste in un dettato. Ascoltate attentamente e scrivete il più correttamente possibile il brano che ora vi detterò. Vi ricordo che durante il dettato pronuncerò ogni parola una sola volta. Se non capite o non riuscite a scrivere in tempo alcune parole, non chiedetemi di ripeterle, ma dovrete saltarle e proseguire con le successive".

Il punteggio fornito dalla prova è espresso in termini di errori ortografici totali e per categoria (ad esempio errori fonologici, non fonologici, morfosintattici, sostituzioni, separazioni/fusioni, errori di doppie, accenti, uso di h). I punteggi grezzi sono convertiti in percentili o punteggi standardizzati sulla base delle norme nazionali per età e classe frequentata.

DCL – Prova di Decisione Lessicale

La DCL (Caldarola, Perini & Cornoldi, 2012) è una prova di decisione lessicale per la valutazione collettiva delle abilità di lettura strumentale (decodifica). I bambini devono distinguere parole reali dalle non-parole barrando solo le parole inventate (es. stannafe), decidendo il più rapidamente possibile se la serie di stringhe di lettere costituisca parole esistenti o non parole. La prova si basa quindi sulla rapidità e sull'accuratezza nella discriminazione tra parole familiari e non. La somministrazione è collettiva, preceduta da una fase di esempio. I bambini hanno 2 minuti di tempo per svolgere la prova, durante la quale devono barrare il maggior numero possibile di pseudoparole senza errori (vedi fig.14).

Figura 14: Esempio di prova del Test di Decisione Lessicale

Il test viene anticipato dalla seguente consegna collettiva "a volte le persone si divertono a giocare con le parole e a inventarne alcune che non hanno significato. Cercate e fate una crocetta accanto alle parole che sono state inventate e perciò non hanno nessun significato, come ad esempio 'arla'. 'arla' esiste? E se vi dicessi 'fiume'? esiste 'fiume'? Avete due minuti di tempo per svolgere la prova ma non preoccupatevi di pensare al tempo. Dovete trovare più parole inventate possibile, evitando però di fare errori. Dovete partire quando vi dico 'via' e fermarvi quando vi dico 'stop'. La lista di parole è molto lunga, quindi non preoccupatevi se non riuscite ad arrivare alla fine. Prima di iniziare, provate a fare una crocetta accanto alle parole inventate di questa breve lista. Vi abbiamo aiutato e abbiamo messo noi la prima crocetta. Ora andate avanti da soli. Ora fate attenzione, quando dirò 'via' iniziate a cercare le parole inventate. Pronti? Via!''. Da questo momento in poi il somministratore inizia a cronometrare 2 minuti e gira tra i banchi controllando che i bambini stiano eseguendo correttamente la prova.

Il test restituisce due principali misure: accuratezza (numero di risposte corrette) e velocità. I risultati sono espressi in punteggi grezzi trasformabili in standard core o percentili, utili per confronti interindividuali.

<u>AC-MT 6-11</u>

La batteria AC-MT 6-11 (Cornoldi, Lucangeli & Bellina, 2012) è uno strumento standardizzato ampiamente utilizzato in ambito clinico e scolastico per la valutazione delle

abilità di calcolo e delle competenze aritmetiche nei bambini della scuola primaria, con particolare attenzione a conteggi e calcolo scritto/mentale, conoscenza e uso di fatti aritmetici, comprensione e risoluzione di problemi e strategie di calcolo.

All'interno di questa batteria nella presente ricerca sono state utilizzate due prove matematiche fondamentali: il riordinamento di serie dal minore al maggiore e dal maggiore al minore e il calcolo scritto.

Ordinamento di serie minore al maggiore e dal maggiore al minore: in questa prova di ordinamento ai bambini vengono presentate delle serie di numeri da ordinare, prima in senso crescente e poi in senso decrescente. La capacità di ordinare numeri riflette la rappresentazione semantica del numero e il controllo esecutivo richiesto nel mantenere l'ordine mentale delle cifre (Lucangeli et al., 2012). L'ordinamento di serie ha quindi l'obiettivo di valutare le abilità di rappresentazione semantica dei numeri, proponendo una 5 serie da 4 numeri da ordinare in ordine crescente o decrescente. Questa prova è stata perciò divisa in due parti: prima viene chiesto al bambino di ordinare una serie di numeri dal più piccolo al più grande e una volta terminato può procedure alla seconda parte che prevede di ordinare i numeri dal più grande al più piccolo. (vedi fig. 15 e 16). Prima è quindi opportuno iniziare a spiegare e somministrare la prima parte della prova e successivamente quando la maggior parte dei bambini ha terminato, spiegare e somministrare la seconda parte.

Per questa prova i punteggi sono forniti in forma grezza trasformabili in punteggi standard e percentili, a partire dai dati normativi disponibili per ogni livello scolastico.

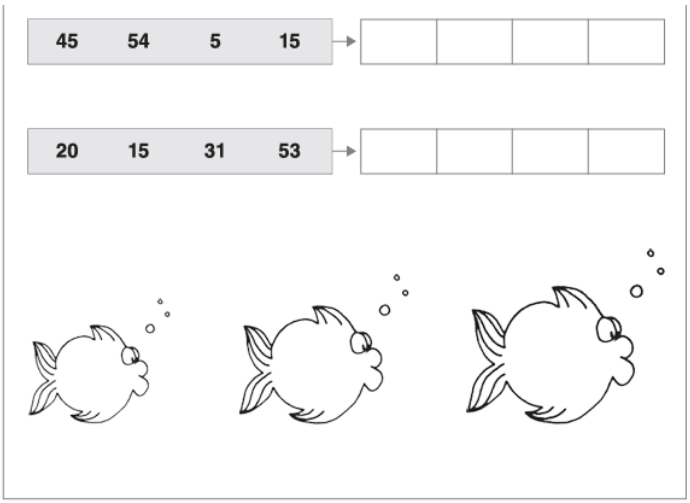


Figura15: Prova di ordinamento dal più piccolo al più grande delle classi II

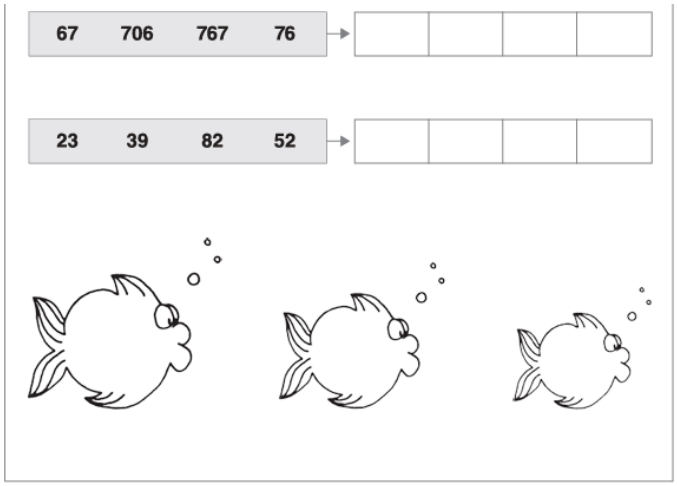


Figura16: Prova di ordinamento dal più grande al più piccolo delle classi III

Calcolo scritto: questa prova ha l'obiettivo di esaminare le abilità delle procedure di calcolo e gli automatismi in esse coinvolte, è prevista infatti la risoluzione di operazioni in colonna. Viene quindi chiesto ai bambini di risolvere delle operazioni in colonna sul foglio presentato dal somministratore. I bambini hanno a disposizione un tempo totale di 20 minuti per risolvere le operazioni. Per le classi II sono state somministrate 4 operazioni: 2 addizioni e 2 sottrazioni (vedi fig. 17), mentre per le classi III sono state somministrate 8 operazioni: 2 addizioni, 2 sottrazioni, 2 moltiplicazioni e 2 divisioni (vedi fig. 18).

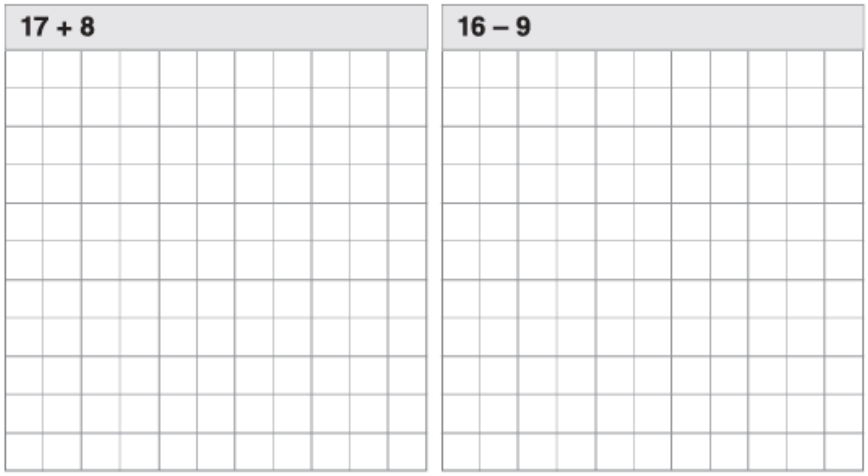


Figura17: Prova di calcolo scritto classi II

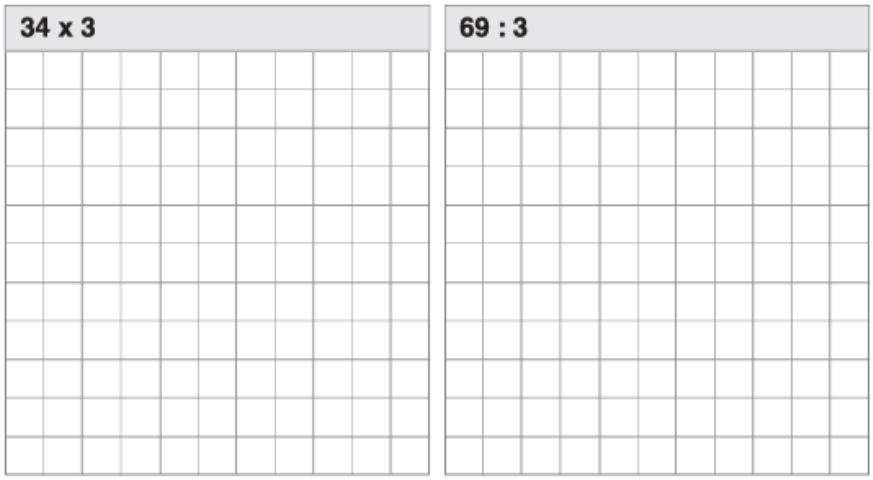


Figura 18: Prova di calcolo scritto classi III

APPRENDIMENTI SCOLASTICI

Apprendimenti complessi: gli apprendimenti complessi, a differenza di quelli di base che richiedono l'automatizzazione di procedure e regole formali, implicano l'integrazione di più processi cognitivi, tra cui la comprensione, il ragionamento logico, la flessibilità. tali competenze non si limitano alla corretta esecuzione di un compito, ma richiedono la capacità di integrare, applicare e interpretare conoscenze (Cornoldi, 2013).

Nella presente ricerca, gli apprendimenti scolastici complessi sono stati indagati attraverso le seguenti prove standardizzate:

PROVE MT (Kit Scuola) – Comprensione del testo

Per la valutazione della comprensione del testo, è stata utilizzata la prova MT (Cornoldi et al., 2017), uno strumento clinico e standardizzato per la valutazione delle abilità di lettura, comprensione del testo e matematica in bambini e adolescenti da 6 a 16 anni, che comprendono una suddivisione per fasce d'età e gradi scolastici.

La presente ricerca ha utilizzato questo test per valutare la comprensione del testo, poiché propone un brano narrativo seguito da una serie di domande a risposta multipla con 4 opzioni.. La prova misura la capacità del bambino di comprendere informazioni esplicite, effettuare inferenze e mantenere coerenza nel testo.

Per le classi II il brano somministrato è "Il semaforo che si era stancato'', mentre per le classi III è stato somministrato il brano "Re Alfredo e le focacce'' (vedi fig. 19 e 20).

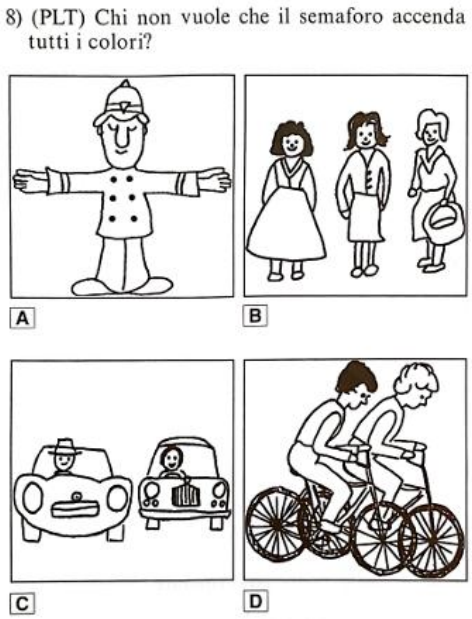


Figura 20: Esempio domande classi II

1. (PLT) Questa storia accadde:

A l'anno scorso
B tanto tempo fa
C nel duemila
D mille giorni fa

2. (RP) Come mai re Alfredo si fermò un giorno in casa di una povera donna?

A Aveva bisogno di bere
B Voleva farsi riconoscere
C Era stanco e voleva riposare
D Voleva invitare quella donna a corte

Figura 19: Esempio domande classi III

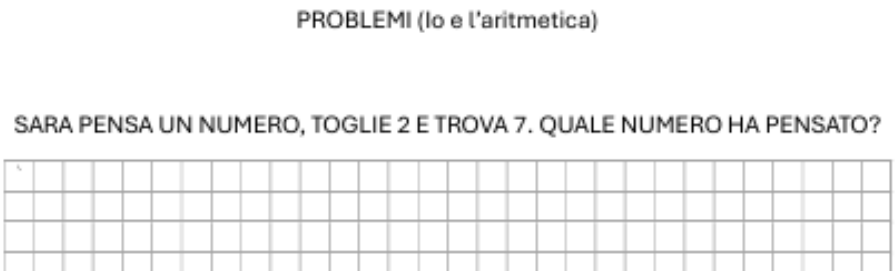
La consegna della prova è collettiva ed è la seguente "adesso leggi con attenzione questo brano. Alla fine del brano troverai alcune domande con 4 risposte ciascuna e dovrai decidere qual è la più giusta. Soltanto una risposta è corretta. In caso di incertezza, devi scegliere quella che ti sembra più giusta. Fai una crocetta accanto alla risposta che ti sembra giusta per quella domanda. Se hai sbagliato a mettere la crocetta, cancellala e metti una nuova crocetta sulla risposta corretta, non lasciare mai due crocette insieme. Non ci sono limiti di tempo, non avere fretta e ricordati che puoi tornare indietro sul brano ogni volta che vuoi". Da questo momento in poi la prova inizia e il somministratore gira tra i banchi per controllare che tutti i bambini abbiamo compreso la consegna e che seguano l'ordine corretto delle pagine.

Il punteggio della prova di comprensione viene calcolato come numero di risposte corrette in punteggio grezzo, dal quale si ricava un percentile sulla base delle norme standardizzate per età e classe. I punteggi ottenuti sono successivamente comparati in tabelle normative e classificati in fasce di prestazione (ad esempio: fascia verde, bianca per punti di forza, fascia gialla per debolezze e richieste di intervento).

<u>IO E L'ARITMETICA – Problemi matematici</u>

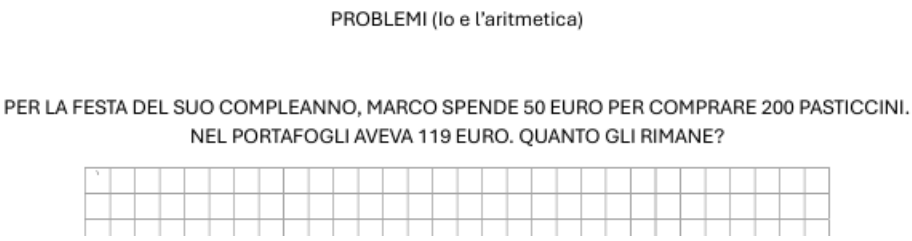
Per la misurazione della risoluzione di problemi matematici, per la presente ricerca è stata somministrata la prova tratta dal volume "Io e l'aritmetica" (Amoreti, Bazzini & Trevisan, 2007), una collana di materiali didattici e valutativi progettata per supportare l'apprendimento e la valutazione delle abilità aritmetiche nella scuola primaria, volta a valutare il problem solving. Questa prova è stata adattata all'età e al livello di scolarizzazione del campione dello studio e consiste nel leggere il problema in maniera autonoma, individuare le informazioni rilevanti e produrre una soluzione scritta. La consegna della prova è collettiva ed è la seguente "Di seguito ci sono due problemi. Risolveteli come siete abituati. Fate tutti i calcoli sul foglio e indicate il risultato finale". La prova somministrata è a tempo (di circa 10 minuti per due problemi) e presenta materiali individuali e cartacei (vedi fig. 21 e 22).

Il punteggio finale della prova è costituito da un punteggio grezzo basato sulla correttezza delle risposte, il quale può essere interpretato in relazione ai dati normativi disponibili.


PROBLEMI (Io e l'aritmetica)

SARA PENSA UN NUMERO, TOGLIE 2 E TROVA 7. QUALE NUMERO HA PENSATO?

Figura 21: Esempio problema aritmetico classi II


PROBLEMI (Io e l'aritmetica)

PER LA FESTA DEL SUO COMPLEANNO, MARCO SPENDE 50 EURO PER COMPRARE 200 PASTICCINI. NEL PORTAFOGLI AVEVA 119 EURO. QUANTO GLI RIMANE?

Figura 22: Esempio problema aritmetico classi III

INTELLIGENZA FLUIDA

Per valutare l'intelligenza fluida è stato utilizzato all'interno della ricerca il Culture Fair Intelligence Test (CFIT), un test progettato da Raymond B.Cattel con l'obiettivo di misurare l'intelligenza in modo più possibile indipendente da variabili culturali, linguistiche e socioeconomiche (Cattell, 1949). Questa prova è stata progettata per valutare l'intelligenza fluida, ovvero la capacità di risolvere problemi nuovi e di ragionare in modo astratto, includendo quindi item visivi non verbali che valutano abilità come il riconoscimento di pattern, la categorizzazione e il ragionamento logico. Il presente test è stato somministrato in maniera cartacea e collettiva all'interno dell'aula scolastica. Le prove presenti per questo test sono state 4, ognuna con una differente consegna e modalità di svolgimento, anticipate dalla seguente consegna "ora faremo 4 prove simili tra loro, tutte con le figure. Per ognuna di queste prove, prima di iniziare, faremo degli esempi insieme. Alcune prove potranno essere difficili, ma fatene comunque più che potete, ricordatevi anche quando non siete sicuri segnate la risposta che vi sembra più giusta. Per piacere non girate nessuna pagina prima che ve lo dico io", a questo punto veniva chiesto ai bambini di aprire il fascicolo al test1 (serie di figure in riga) (vedi fig. 23) e veniva spiegato quindi il primo esempio in maniera collettiva attraverso la seguente consegna "in queste figure c'è una linea nera che diventa man mano più lunga e qui c'è un rettangolo tratteggiato vuoto, quale tra queste figure (indicare quelle a destra) dovremmo mettere nel quadratino tratteggiato? Inserite la risposta nel quadratico qua a fianco". A questo punto si poteva procedere nel medesimo modo per l'esempio 2 e successivamente anche per l'esempio 3: "come vedete c'è solo una risposta corretta, ricordate di scegliere solo una casella. Potete anche cancellare le risposte e correggerle se vi sembrano sbagliate. È possibile che non riusciate a finire tutto ma lavorate più velocemente e correttamente possibile. Tutto chiaro? Quando vi dico via incominciate e arrivate fino a qui (indicare pagina 2). Pronti, via!". Il tempo complessivo per questa prima prova è di 3 minuti.

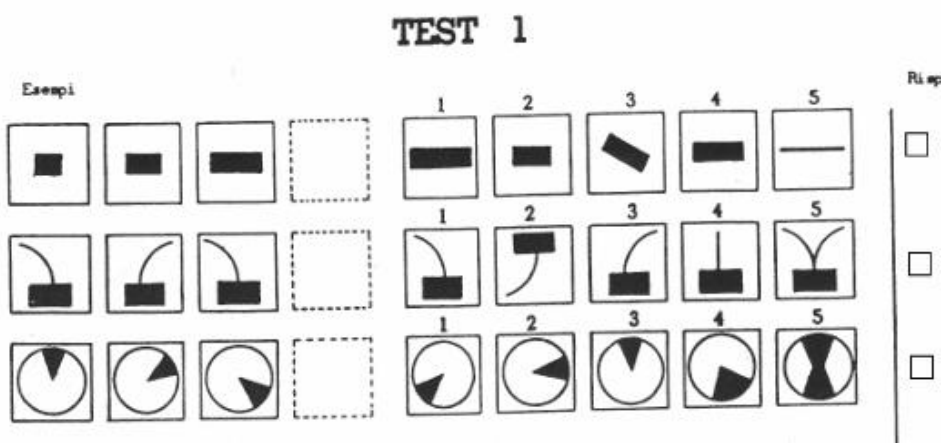


Figura 23: I 3 esempi di prova del test 1, Cattell

Una volta passati i tre minuti si chiede ai bambini di aprire il fascicolo al test2 (differenza tra figure) (vedi fig.24), spiegando nuovamente l'esempio 1 e 2 attraverso la consegna prestabilita "guardate queste figure, quale di queste è diversa da tutte le altre? Inserite la risposta nel quadratino a fianco. Ricordate di scegliere una figura che è diversa da tutte le altre. Lavorate velocemente e accuratamente in modo da farne il più possibile. Pronti? Via!''. Il tempo stabilito per questa seconda prova è di 4 minuti

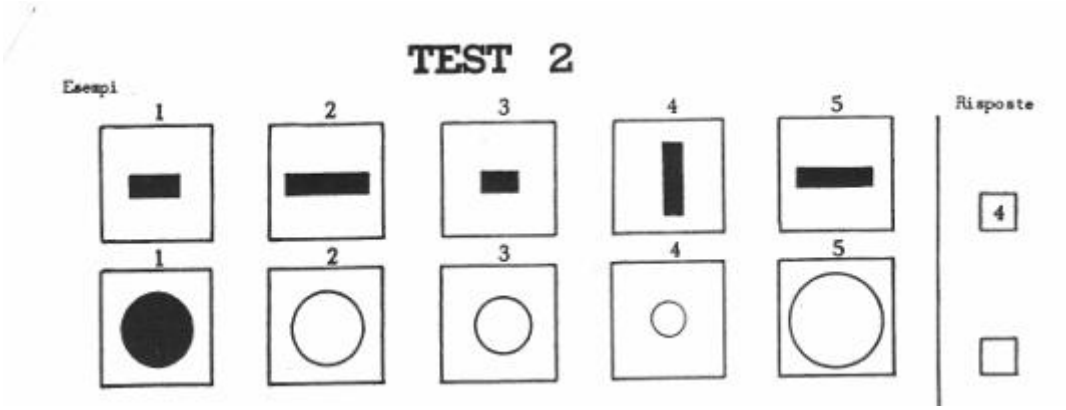


Figura 24: I 2 esempi di prova del test 2, Cattell

Al termine di questo secondo test viene chiesto ai bambini di proseguire con il fascicolo e andare al test3 (serie di figure a matrice) (vedi fig. 25). In questo caso gli esempi da fare in modo collettivo sono 3 e il somministratore spiega il primo esempio con la seguente consegna

“qui ci sono 3 figure e un quadratino bianco tratteggiato (indicare matrice a sinistra), quali di queste figure (figure a destra) va inserita nel quadratino tratteggiato?” continuando nella stessa maniera anche per gli esempi 2 e 3. A questo punto, quando il somministratore ha chiaro che tutti i bambini hanno compreso la consegna si poteva procedere con la restante parte della consegna: “ricordate di scegliere solo una figura. Lavorate velocemente e accuratamente in modo da farne il più possibile. Arrivate fino a qui. Pronti? Via!. Il tempo stabilito per la somministrazione di questa seconda prova è di 3 minuti.

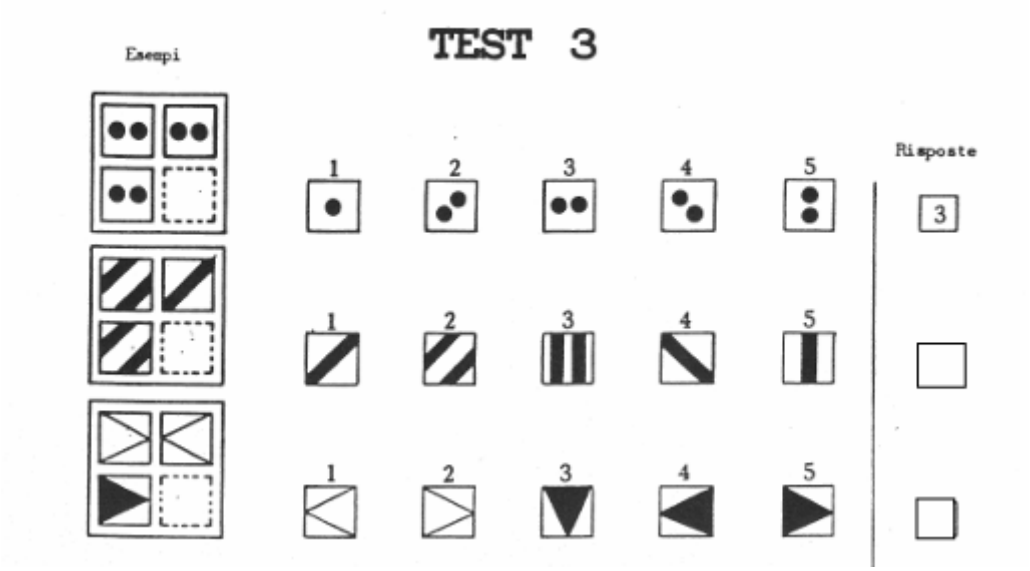


Figura 25: I 3 esempi di prova del test 3, Cattell

Una volta terminata la prova 3, si può procedere somministrando l’ultima parte, il test4 (posizione puntino) (vedi fig. 26) leggendo ad alta voce l’ultima consegna “guardate la figura qui (figura a sinistra), vedete che il puntino è all’interno del cerchio ma fuori dal quadrato? In quale figura di destra potremmo mettere un puntino dentro al cerchio ma fuori dal quadrato?”, si prosegue spiegando anche l’esempio 2 e 3. Una volta compreso il compito si può procedere alla somministrazione di quest’ultima parte del test Cattell che prevede una durata di 2 minuti e 30 secondi.

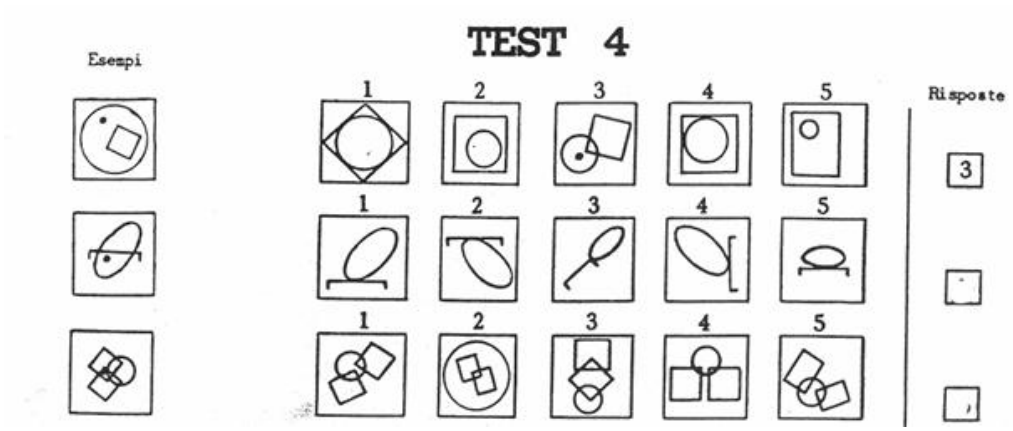


Figura 26: I 3 esempi di prova del test 4, Cattell

Questa prova restituisce un punteggio grezzo complessivo dato dalla somma delle risposte corrette nelle diverse sezioni che può essere trasformato in: Quoziente intellettivo (QI) standardizzato con una media di 100 e una deviazione standard di 15, in punteggi percentili (utili per il confronto tra pari età) e in punteggi Z o T, a seconda del contesto di utilizzo. Il punteggio ottenuto fornisce un'indicazione del potenziale cognitivo generale del bambino.

ATTENZIONE SELETTIVA

Per valutare l'attenzione nel presente studio è stata utilizzata una prova di attenzione selettiva della batteria NEPSY – II (Korkman, Kirk & Kemp, 2011) che valuta la capacità di concentrazione, ricerca visiva, focalizzazione sugli stimoli rilevanti e attenzione selettiva nei bambini. La NEPSI (A Developmental Neuropsychological Assesment) è una batteria di valutazione neuropsicologica delle funzioni cognitive, rivolta a soggetti in età prescolare e scolare, dai 3 ai 16 anni, progettata per identificare profili di sviluppo neuropsicologico, punti di forza e debolezze in ambito cognitivo, comportamentale e scolastico (Korkman, Kirk & Kemp). Questa batteria è concepita per fornire una valutazione di molteplici aree, si compone infatti di 33 test che fanno riferimento a sei differenti domini cognitivi: attenzione e funzioni

esecutive, linguaggio, memoria e apprendimento, funzioni sensorimororie, percezione sociale e elaborazione visuospaziale. Può essere somministrata per intero o modulatamente scegliendo i subtest rilevanti per l'obiettivo diagnostico o sperimentale di interesse.

In questa ricerca è stata somministrata la prova relativa all'attenzione selettiva in piccoli gruppi in maniera cartacea e individuale, chiedendo al bambino di barrare rapidamente le figure target presenti in mezzo a numerosi distrattori. È stata letta una consegna in maniera collettiva indicando le due facce target in alto e al centro sulla pagina dicendo "qui ci sono due facce. Sotto ce ne sono altre (indicare). Quando incontri una di queste facce, fai un segno sopra come questo (mettere un segno sopra una delle facce target all'inizio della pagina). Ora prova tu. Inizia da qui (indicare la prima riga) e vai avanti fino a che non raggiungi questa linea (indicare la linea che divide l'esempio degli item del test)" (vedi fig. 27) a questo punto, qualora il bambino commettesse un errore, il somministratore può correggerlo immediatamente. Quando il bambino ha terminato l'esempio e ha capito l'esercizio l'operatore può procedere con il seguente pezzo di consegna "ora trova tutte le facce che sono uguali alle due facce all'inizio della pagina e fai un segno sopra tutte quelle che riesci a vedere. Non serve che queste facce (indicare le facce target) siano una dopo l'altra qua sotto (indicare la riga sotto). Trova tutte le facce più velocemente che puoi. Vai in questa direzione (indicare dalla sinistra alla destra del bambino) senza saltare nessuna faccia. Quando finisci questa riga, vai a quella successiva. Ora vi darò il via, continuate a lavorare finché non vi dirò stop. Pronti? Via!". Il tempo totale per la somministrazione di questa prova è di 3 minuti.

Figura 27: Item di esempio del test di attenzione visiva

La presente prova si svolge quindi su supporto cartaceo, restituendo un punteggio grezzo che si ottiene dalla sottrazione degli stimoli corretti e gli errori (stimoli corretta – errori) che può essere interpretato tramite punteggi standardizzati e percentili.

MEMORIA DI LAVORO

Per la valutazione della memoria di lavoro (working memory) è stato utilizzato nello studio il subtest di riordinamento di lettere e numeri dalla batteria WISC – IV. Quest'utltima (Wechsler Intelligenze Scale for Children) è una scala di intelligenza individuale sviluppata da David Wechsler e rivolta ai bambini e adolescenti di età compresa tra i 6 e i 16 anni (Wechsler, 2003). Rappresenta uno degli strumenti più utilizzati a livello internazionale per valutare il funzionamento intellettivo globale e il profilo cognitivo del bambino. La batteria è composta da diversi subtest che si raggruppano in 4 indici principali: comprensione verbale, ragionamento percettivo, memoria di lavoro e velocità di elaborazione. Dalla combinazione dei punteggi si ottiene il QI totale e un profilo cognitivo articolato.

La prova di memoria di lavoro somministrata è una prova di memoria di lavoro verbale complessa, somministrata in piccoli gruppi. È stata letta una sequenza di numeri e lettere mescolati (es. "D-3-B-7") che il bambino deve tenere a mente e riordinarla in maniera scritta in modalità crescente per i numeri e alfabetica per le lettere (es. "3-7-B-D"). La consegna è la seguente "ora vi diremo un gruppo di numeri e letere. Dopo che ve li abbiamo letti, scriveteli sul foglio in ordine: prima i numeri iniziando dal più piccolo e poi le lettere in ordine alfabetico. Ad esempio, se io dico 'A-1' tu dovresti dirmi '1-A'. il numero va detto prima e poi la lettera. Facciamo un po' di pratica" a questo punto il somministratore prosegue con i 2 esempi girando tra i banchi e controllando le risposte dei bambini. Una volta finiti gli esempi si prosegue con gli esempi più difficili che comprendono più numeri e più lettere, controllando che i bambini non si appuntino sul foglio le stringhe di lettere che vengono dettate (vedi fig. 28) per modificare l'ordine secondo quanto richiesto. Bisogna infine ricordare ai bambini che le stringhe di numeri

e lettere non possono essere ripetute. A questo punto la prova può iniziare, il somministratore può perciò dettare le stringhe scadendo un ritmo deciso e uguale per ogni stringa.

0	A		
	B		
1	1		
	2		
	3		

Figura 28: Foglio di notazione sul quale vengono scritte le stringhe numeriche

La presente prova fornisce un punteggio grezzo dato da 1 punto per ogni stringa corretta, che può essere interpretato attraverso le tabelle normative per età e classe frequentata. Il punteggio grezzo viene perciò trasformato in punteggi standardizzati, offerendo un ulteriore indice sulla memoria di lavoro (se usato insieme agli altri subtest della WISC – IV, come ad esempio lo span di cifre).

FUNZIONI ESECUTIVE

È stata somministrata la batteria TeleFe, un servizio online che permette di effettuare valutazioni multidimensionali delle FE in età evolutiva. È uno strumento di valutazione digitale per bambini di età compresa tra i 6 e i 13 anni.

La batteria può eseguire una valutazione delle funzioni esecutive di base, poiché comprende tre test basati su robusti paradigmi neuropsicologici come il Test Flanker (per valutare il controllo dell'interferenza, la flessibilità cognitiva e l'inibizione), il Test Go/No-Go (per valutare l'inibizione) e il Test N-Back (per valutare l'aggiornamento in memoria). Oltre a questi tre test, TeleFe presenta un test per la valutazione delle funzioni esecutive complesse: il TPQ (Test di Pianificazione Quotidiana), il quale misura la capacità di pianificare, ovvero di saper selezionare e organizzare una seria di azioni per raggiungere un obiettivo.

All'interno di questa batteria è inoltre possibile valutare il comportamento esecutivo sulla base di due questionari sul funzionamento quotidiano del bambino, uno per gli insegnanti e uno per i genitori, garantendo così una valutazione globale di tutte le FE.

TeleFe restituisce profili in percentili sulle FE di base e complesse e un profilo di comportamento esecutivo. Questi profili sono presenti anche in una bozza di relazione automatica che include alcune indicazioni su probabili punti di forza e di debolezza, utili per la pianificazione di un programma di intervento mirato e personalizzato.

Per il presente studio sono state somministrate tre prove relative a questa batteria:

1. Go/No-Go TeleFe: questo compito misura l'inibizione della risposta, cioè la capacità del bambino di sopprimere i comportamenti automatici per eseguire un'azione alternativa richiesta dal compito. Sullo schermo vengono presentate una serie di figure geometriche (triangoli o cerchi, gialli o blu), e al bambino viene richiesto di rispondere a uno stimolo target e di evitare di rispondere a stimoli non bersaglio. L'attività è composta da 4 blocchi di 50 elementi (35 Go e 15 No-Go). Di questo compito sono stati somministrati i blocchi solo forme (3 e 4) (vedi fig. 29) per un tempo totale di 10 minuti circa.

Oltre ai risultati grezzi, il Go/ No-Go contribuisce alla creazione del "profilo FE" del bambino con: percentili su accuratezza e velocità di inibizione e percentili su fluttuazioni attentive, velocità di elaborazione, variabilità accuratezza e velocità di aderenza al compito.

Figura 29: Esempio forme test Go/ no-Go

2. Flanker TeleFe: questo compito misura il controllo delle interferenze, che è l'abilità del soggetto di ignorare le informazioni irrilevanti, e la flessibilità cognitiva, ovvero la capacità di comportarsi secondo due differenti sistemi di regole in base alle caratteristiche degli stimoli. In questa attività, compaiono sullo schermo cinque frecce allineate e al bambino viene richiesto di indicare la direzione della freccia target, ignorando le altre. Nel 1° blocco le frecce sono blu, nel 2° sono arancioni e nel terzo sono per il 50% blu e per il 50% arancioni. Nel 50% dei casi di ciascun blocco tutte le frecce puntano nella stessa direzione (condizione congruente), nel 50% dei casi la freccia al centro ha una direzione diversa da tutte le altre (condizione incongruente). Sono stati somministrati tutti e tre i blocchi (1, 2 e 3) di questo compito, per un tempo totale di 10 minuti circa (vedi fig.30).

Oltre ai risultati grezzi, anche il Flanker alimenta il "profilo FE" del bambino con: percentili su accuratezza e velocità di controllo dell'interferenza, percentili su accuratezza e velocità di flessibilità cognitiva, percentili su variabilità accuratezza e velocità di aderenza al compito.

Figura 30: Esempio frecce test Flanker

3. N-Back TeleFe: il compito di N-back è comunemente usato per misurare l'aggiornamento in memoria di lavoro. Il bambino vede una sequenza di stimoli al centro dello

schermo e deve premere la barra spaziatrice quando lo stimolo corrisponde a uno degli stimoli precedenti, quello subito prima (1-back) o quello ancora antecedente (2-back). Il test propone tre diverse condizioni di difficoltà crescente, ovvero colori, forme e lettere. Ogni condizione ha due blocchi, 1-back e 2-back, rispettivamente, per un totale di sei blocchi diversi. Per questo compito sono stati somministrati solo due blocchi relativi al colore (1 e 2) (vedi fig.31) per un tempo totale di 5 minuti circa.

Anche per il compito N-Back possiamo ottenere i risultati grezzi e contribuire al "profilo FE" del bambino con: percentili su accuratezza e velocità di aggiornamento in memoria di lavoro a basso carico (1-back) e percentili su accuratezza e velocità di aggiornamento in memoria di lavoro ad alto carico (2-back).

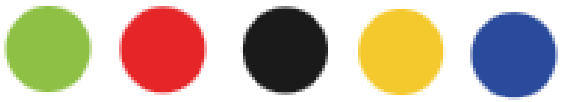


Figura 31: Esempio colori test N-Back

PIANIFICAZIONE

La prova di panificazione utilizzata nella presente ricerca prende il nome di "Un giorno nel mondo degli Elli". Questo software nasce dalla collaborazione dell'Università di Genova (DISFOR), Università di Firenze (FORLILPSI), Università di Parma (SMFI), Università di Modena e Reggio Emilia e la Cooperativa Anastasis, all'interno della cornice del progetto PRIN 2022 "GAMEFUL. Videogame-based Assessment of Executive Functions through machine Learning" Codice Progetto MUR: 20223SRYFJ. Il software rappresenta un'integrazione del programma già esistente "Il mondo degli Elli" (https://www.anastasis.it/il-mondo-degli-elli), definito dallo sviluppatore del software Anastasis, come "un modello di intervento educativo

per la scuola primaria finalizzato al potenziamento delle Funzioni Esecutive con una ricaduta fortemente positiva sul gruppo classe e sull'attività didattica". L'obiettivo del progetto è infatti quello di indagare la relazione tra profili di funzionamento cognitivo di una campione di bambini e i dati derivanti dalla loro interazione con il videogioco, progettato per stimolare e misurare processi esecutivi quali: pianificazione e sequenza di azioni, inibizione di risposte inadeguate o interferenti, memoria di lavoro per il mantenimento e l'aggiornamento delle regole e flessibilità cognitiva nel modificare strategie in base a imprevisti o cambiamenti.

Il Mondo degli Elli viene inserito all'interno di un intervento che definiamo "gamificato", dall'inglese "gamification", ovvero quella capacità di riuscire a sfruttare tutti gli elementi e le tecniche tipiche dei giochi e dei videogiochi, come ad esempio tutti i sistemi di ricompense, inserimento di storie e trame narrative, che servono per migliorare l'efficacia delle situazioni che originariamente non si classificano come ludiche, specialmente per quanto riguarda i contesti di apprendimento (Albertazzi, 2019; Kapp, 2012). In questa prospettiva, la dimensione del gioco non rappresenta un elemento accessorio, ma bensì un fattore metodologico centrale che favorisce l'engagement e la persistenza del bambino nell'esecuzione di compiti cognitivamente complessi. Il Mondo degli Elli si pone infatti come obiettivo quello di instaurare una strategia di intervento che sia utilizzabile sia in contesti educativi che domestici, mirando a potenziare le funzioni esecutive attraverso un approccio ludico e didattico.

Il MdE è strutturato come una vera e propria "città virtuale", in cui ciascun quartiere è dedicato ad un'area specifica del funzionamento esecutivo. Il bambino è accompagnato nella sua esplorazione da Ello (vedi fig.32), mascotte e avatar-guida del programma, e da Big Ello (vedi fig.33), narratore dei video metacognitivi che precedono ogni scenario.

Figura 32: Ello e Big Ello all'interno del videogioco

Figura 33: Big Ello che narra all'interno del videogioco

Tali video rappresentano una componente fondamentale dell'impianto metodologico, in quanto favoriscono la riflessione consapevole sui processi cognitivi messi in atto durante il gioco, sostenendo la generalizzazione delle competenze acquisite ad altri contesti di vita quotidiana e scolastica.

Tornando alla prova specifica di questo studio, "Un giorno nel mondo degli Elli" (vedi fig.34), è un compito di pianificazione basato sul coding, progettato per bambini di età

compresa tra i 6 e i 18 anni. Si può accedere a questo software da un pc di qualsiasi sistema operativo che soddisfi gli specifici requisiti tecnici che sono verificabili sul sito del progetto

Figura 34: Schermata iniziale MdE

Nel gioco, il bambino veste i panni di un vigile urbano a cui tre diversi mezzi di trasporto – una moto, un'auto e un camper – chiedono indicazioni per raggiungere tre destinazioni differenti all'interno di una mappa cittadina. Ogni mappa è caratterizzata da strade, incroci e ostacoli che variano in base allo scenario e alle regole di livello. Gli scenari disponibili comprendono ad esempio: alluvione, carnevale, festa della città, flash mob per la pace, invasione delle api e protesta in strada (vedi fig. 35).

Figura 35: Esempio setting festa in città, MdE

Il compito del giocatore è pianificare e programmare il percorso di ciascuno veicolo rispettando tre regole principali (vedi fig. 36):

1. Trovare sempre il percorso più breve per arrivare alla meta
2. Rispettare l'ordine dei veicoli
3. Evitare il passaggio su una casella occupata da un altro veicolo ed evitare gli ostacoli presenti sulla mappa

Figura 36: Gerarchia delle regole, MdE

A seconda del livello, il criterio di ordine con cui far partire i veicoli può essere o esplicitamente indicato dal software (ad es. per grandezza o colore del veicolo), o deducibile dal giocatore sulla base di vincoli spaziali generati dalle mete raggiunte, oppure combinato, con la necessità di integrare sia regole fornite dal software sia vincoli derivanti dalla disposizione degli elementi sul campo di gioco.

Il videogioco è articolato in 12 item suddivisi in 3 livelli di difficoltà crescente, ciascuno preceduto da un tutorial. La difficoltà aumenta progressivamente attraverso: un incremento del numero di mosse necessarie (percorso corto 0-4 mosse; medio 5-8 mosse e lungo 9-12 mosse), l'aggiunta di nuove regole e vincoli e dalla necessità di pianificare

tenendo conto di una gerarchia di priorità (ad esempio, il rispetto del percorso più breve prevale sull'ordine di partenza dei veicoli).

Il giocatore programma i movimenti selezionando 3 tipi di frecce, corrispondenti ad avanzamento o rotazioni di 90° a destra o a sinistra (vedi fig. 37). Le mosse vengono eseguite premendo il tasto "esegui", consentendo quindi sono successivamente di verificare la correttezza del percorso.

Figura 37: Barra degli strumenti, MdE

In caso di errore, il software fornisce un feedback visivo mostrando la soluzione di percorso corretta e permettendo la ripetizione del tentativo. Sono inoltre presenti funzioni di supporto, come il "fantasma", (si può vedere cerchiato nella fig.38) il quale permette una visualizzazione anticipata della posizione del veicolo mentre si programmano le mosse per agevolare il bambino nei compiti più complessi.

Figura 38: Fantasma attivato, setting alluvione MdE

Prima della sperimentazione su larga scala, il software è stato sottoposto ad una fase pilota, avvenuta nell'autunno e inverno 2024, che ha coinvolto una classe seconda e una classe terza della scuola primaria "Giovanni XIII" dell'I.C. Borsellino di Cascina (PI) e le stesse classi della scuola primaria "Edmondo De Amicis", dell'I.C. Rivarolo a Genova.

Questa fase è finalizzata a testare l'usabilità del software, l'adeguatezza alla fascia d'età target e la fruibilità in contesto scolastico. La sperimentazione pilota ha previsto quattro sessioni di gioco della durata di circa 20-30 minuti, svolte in più giorni, con bambini di seconda e terza primaria.

Al termine, sono stati somministrati questionari e interviste semi-strutturate a voce sia ai bambini che agli insegnanti, appositamente formulati per ottenere riscontri su determinati aspetti cruciali della prova, potendo poi modificarla di conseguenza per rendere l'esperienza più usabile e coinvolgente possibile.

Il questionario è stato somministrato oralmente ai bambini alla fine delle quattro sessioni di gioco, venendo compilati mentre i bambini parlavano e rispondevano alle domande. Il questionario era composto nel seguente modo:

- 1 domanda aperta sull'esperienza personale vissuta durante le sessioni di gioco. Questo quesito indagava come il partecipante ha percepito l'esperienza, cosa gli è piaciuto e cosa no;
- 3 domande aperte sull'usabilità. Questi quesiti avevano la funzione di indagare se ci fossero state difficoltà nel comprendere le istruzioni o i comandi, e se vi fossero eventuali problemi di funzionamento della prova;
- 2 domande aperte relative all'area cognitiva dei partecipanti. L'obiettivo di questi quesiti era quello di indagare se vi fossero difficoltà nel comprendere le regole o nel far arrivare i veicoli alle mete;
- 1 domanda aperta con eventuali suggerimenti o proposte di modifiche dello strumento;
- 1 domanda a risposta multipla, con cinque possibilità di risposta, che indagava in quali compiti il partecipante avesse avuto bisogno di aiuto (ad esempio, accedere al gioco, oppure correggere i propri errori);
- 6 domande su scale tipo Likert a 5 punti – rappresentati da 5 smile di "felicità" crescente – che indagavano il grado di accordo (da "per niente" a "moltissimo") del giocatore rispetto a 6 quesiti relativi alle aree indagate anche dalle domande aperte.

La versione proposta agli insegnanti era strutturata in modo analogo, ma formulata dal punto di vista dell'osservazione dei comportamenti e delle difficoltà dei bambini, con le seguenti differenze:

- Le domande aperte erano lo stesso numero e indagavano le stesse aree, ma erano poste dal punto di vista di cosa gli insegnanti ritenevano i bambini avrebbero percepito/pensato (per esempio, l'item 1 nel questionario per studenti recitava "il videogioco è divertente?", mentre la versione per insegnanti era la seguente "giocare al videogioco è un esperienza divertente per i bambini?");
- La domanda a risposta multipla indagava le aree ove, secondo l'insegnante, i bambini avrebbero avuto difficoltà;
- Le domande su scala tipo likert non avevano gli smile a "esplicitare le risposte", bensì dei numeri (anche se la scala rimaneva uguale, da "per niente" a "moltissimo")

Il questionario, anche in questo caso, è stato somministrato a voce agli insegnanti alla fine delle 4 sessioni di gioco, fornendo prima la possibilità anche per gli insegnanti di svolgere alcune sessioni di gioco individuali seguendo un breve corso online per acquisire familiarità con il software e fornire feedback più accurati.

I dati e i feedback della fase pilota hanno permesso di apportare miglioramenti al gioco, sia sul piano tecnico (correzioni di bug, fluidità di esecuzione) sia sul piano cognitivo (chiarezza delle regole, progressione della difficoltà, supporti visivi e uditivi).

Tutti i dati, sia della fase pilota che della ricerca, sono stati raccolti in forma riservata, assegnando ad ogni partecipante un codice utente non associabile in nessun modo ai dati personali (es. 'Ello' seguito da un numero), necessario sia al login nel software (vedi fig. 34) sia all'identificazione del partecipante.

3.2.4 PROCEDURA

La raccolta dati si è svolta all'interno delle scuole primarie aderenti al progetto, in orario scolastico e in accordo con le esigenze didattiche delle classi coinvolte. Le attività previste si

sono articolate in diverse fasi, che hanno incluso la somministrazione di prove collettive, prove a piccoli gruppi e sessioni di gioco con il software il Mondo degli Elli.

Le prove collettive, somministrate all'interno dell'aula scolastica, hanno riguardato principalmente le competenze scolastiche, ovvero gli apprendimenti, (come la prova di comprensione del testo, il calcolo scritto, il riordinamento matematico, il dettato, e la decisione lessicale) e il CFIT (Culture Fair Intelligence Test - Cattell). La somministrazione è avvenuta in presenza di due somministratori, in modo tale da assicurare un'adeguata sorveglianza durante l'esecuzione e per prevenire eventuali copiature tra compagni.

A seconda della disponibilità della scuola, le prove collettive sono state suddivise in una sessione unica della durata di circa 2 ore per classe, con una pausa di circa 10 minuti a metà somministrazione.

Ogni prova era preceduta da una spiegazione chiara e standardizzata da parte dei somministratori, che illustravano le modalità di esecuzione attraverso una consegna verbale, supportata eventualmente da esempi. Solo dopo la spiegazione e l'accertamento della comprensione stessa del compito, viene avviata la prova, svolta in modalità cronometrata per rispettare i tempi indicati per ciascuna attività. Quest'ultime sono state infatti svolte in modo standardizzato per tutte le classi, garantendo un ambiente il più possibile silenzioso e privo di distrazioni.

La tabella ---- riporta l'elenco completo delle prove somministrate, suddivise in prove collettive e prove a piccoli gruppi, con relativi tempi di esecuzione.

PROVE COLLETTIVE		PROVE A GRUPPI		PROVE A GRUPPI	
PROVA	**TEMPO**	**PROVA**	**TEMPO**	**PROVA**	**TEMPO**
cattel	15	**Sessione 1 cartacea**		**Sessione 2 digitale**	
comprensione del testo	20	ordinamento wm	15	adaptol	20
calcolo scritto	20	attenzione v.	5	gonogo	10
pausa	10	ordinamento mate	5	flanker	10
problemi	10	decisione lessicale	5	nback	5
dettato	30	totale	30	totale	45

Figura39: Elenco prove somministrate

La somministrazione delle prove a piccoli e gruppi, invece, comprendevano sia test computerizzati sia prove carta e matita (come le prove di ordinamento e attenzione visiva). Tali prove sono state somministrate in una seconda aula, differente da quella principale, dotata di computer funzionanti e caricati. Le classi sono state infatti suddivise in due o tre sottogruppi in base al numero complessivo di alunni e alla capienza dell'aula disponibile, in modo da permettere una gestione efficace e individualizzata delle attività. Le sessioni previste sono 2, con una durata complessiva di circa 30 minuti ciascuna e articolate nel seguente modo: nella prima sessione venivano somministrate le prove a piccoli gruppi carta e matita (ordinamento working memory, ordinamento matematico, decisone lessicale e attenzione visiva), mentre nella seconda sessione venivano somministrati i test a computer (Adaptol e TeleFe).

Anche in questo caso, tutte le prove erano precedute da una spiegazione verbale fornita dal somministratore, che chiariva lo scopo dell'attività e forniva istruzioni chiare sull'uso del software e del pc. Solo dopo questa fase introduttiva, i bambini procedevano con la prova vera

e propria, sempre a tempo. Tutti i test computerizzati sono stati supervisionati da almeno un membro del team di ricerca, con il supporto dell'insegnante di classe. Si è prestata particolare attenzione al corretto funzionamento dei dispositivi, garantendo che ogni pc fosse adeguatamente carico e che i bambini potessero svolgere le prove in modo fluido. L'accesso ai software avveniva attraverso l'inserimento manuale delle credenze individuali da parte dell'operatore (nel caso di TeleFe, ad esempio, è stato necessario calibrare lo schermo di ogni pc attraverso una moneta da 1 euro). Prima di iniziare le somministrazioni computerizzate, infatti è necessario verificare che tutti i pc siano disponibili, funzionanti e collegati alla rete. Le istruzioni e le prove di esempio sono presentate direttamente dai software in modo tale che i bambini possano lavorare in autonomia anche in questo caso. È stato però necessario, come detto precedentemente, che i bambini abbiano compreso appieno i compiti, monitorando anche l'esecuzione delle prove di esempio (come fatto per le prove carta/matita).

Successivamente alla somministrazione delle prove cognitive collettive e a piccoli gruppi, i partecipanti hanno preso parte a sei sessioni di gioco con il software Il Mondo degli Elli, progettato per valutare e potenziare le funzioni esecutive in età evolutiva. Le sessioni si sono svolte nell'arco di due settimane circa, in aula informatica della scuola aderente, suddividendo nuovamente la classe in piccoli gruppi le cui dimensioni variano in base agli spazi e risorse disponibili nel singolo istituto. Ogni sessione di gioco prevede una durata di circa 20 minuti, durante i quali i bambini potevano interagire con ambienti digitali strutturati per stimolare abilità come la pianificazione, la memoria di lavoro e l'inibizione. Anche in questo caso, l'attività veniva introdotta verbalmente da un operatore, e l'avvio del gioco avveniva solo dopo la conferma della comprensione da parte dei bambini, nonostante fosse presente un video tutorial iniziale come supporto. Durante le sessioni di gioco è presente l'insegnante di classe e almeno un membro del team di ricerca o uno studente che collabora al progetto. Agli insegnanti è stata inoltre offerta la possibilità di ricevere informazioni sul software attraverso un breve corso online.

Per tutte le prove somministrate sono state previste per gli alunni assenti delle giornate di recupero in momenti successivi, tramite ulteriori gruppi di lavoro organizzati ad hoc, in modo da garantire la completezza della raccolta dati per ciascun partecipante.

La presente procedura di raccolta dati è stata seguita dalle unità di ricerca del DISFOR e del FORLILPSI. Le due unità si sono anche occupate dell'analisi dei dati derivanti dalla somministrazione dei test cognitivi al fine di individuare differenti profili di funzionamento cognitivo dei bambini. Successivamente, i dati relativi alle categorie individuate e i dati relativi ai comportamenti di gioco raccolti attraverso il software sono stati forniti all'unità di ricerca del DSMI per il processo di addestramento supervisionato del modello di Machine Learning.

In questa sezione è stato quindi presentato lo studio complessivo, il presente lavoro, però, si focalizza esclusivamente sulle funzioni esecutive e sugli apprendimenti.

3.3 RISULTATI E ANALISI DEI DATI

Nelle tabelle 1 e 2 vengono riportati i dati descrittivi relativi ai compiti di apprendimento e alle misure di funzioni esecutive. I punteggi medi si collocano in generale intorno ai valori attesi per la fascia di età considerata, con alcune differenze specifiche tra le variabili.

Tabella 1 – Apprendimenti

Per quanto riguarda i compiti di apprendimento, le prestazioni risultano mediamente in linea con i punteggi attesi (z = 0) nonostante sia presente una certa variabilità.

La comprensione del testo mostra una media leggermente inferiore (M = -0,43; DS= 1,14), mentre nel calcolo i punteggi si collocano lievemente al di sopra della media (M = 0,14; DS = 1,01). La decisione lessicale presenta una media pari a -0,26 (DS = 1,36), anch'essa prossima al valore atteso. Nel dettato, i bambini hanno commesso in media 16,65

errori (DS = 12,58). I range osservati (ad esempio, da -4,47 a +1,25 nella comprensione) evidenziano una variabilità interindividuale tipica in questa fascia di età.

	Minimo	Massimo	Media	DS
Comprensione (accuratezza	-4,74	1,25	-0,43	1,14
Calcolo (accuratezza)	-3,76	2,55	0,14	1,01
Dettato (errori)	1	70	16,65	12,58
Decisione lessicale (accuratezza)	-3,75	4,39	-0,26	1,36

Tabella 1- Distribuzione dei punteggi nei compiti di apprendimento. Comprensione, calcolo e decisione lessicale sono espressi in punti z.

Tabella 2– Funzioni esecutive (TELEFE)

Per le misure delle FE, le media si collocano complessivamente intorno al 50° percentile, come previsto nel campione normativo per età. In particolare, il controllo dell'interferenza (M = 50,19; DS = 27,28) e flessibilità cognitiva (M = 52,12; DS = 28,75) sono in linea con la media attesa, mentre la memoria di lavoro risulta leggermente superiore (M = 60,26; DS = 30,17). Diversamente l'inibizione della risposta si posiziona più in basso rispetto al valore atteso (M = 33,43; DS = 29,44), indicando una prestazione inferiore in questa specifica funzione rispetto al campione normativo.

	Minimo	Massimo	Media	DS
Inibizione risposta	0	100	33,43	29,437
Controllo interferenza	0	100	50,19	27,288
Flessibilità cognitiva	0	100	52,21	28,754
Memoria di lavoro (alto carico)	0	100	60,26	30,165

Tabella 2 - Distribuzione dei punteggi di accuratezza nelle misure di TeleFe. Le misure sono espresse in percentili.

Tabella 3 – Correlazioni FE e apprendimento

In tabella 3 vengono riportate le correlazioni tra le misure di funzioni esecutive e i compiti di apprendimento. L'inibizione della risposta non mostra correlazioni significative con nessuna delle variabili considerate. Il calcolo correla positivamente solo con la memoria

di lavoro. La decisione lessicale risulta associata al controllo dell'interferenza, alla memoria di lavoro e alla flessibilità cognitiva. Per quando riguarda il dettato gli errori correlano negativamente, quindi, come atteso, i bambini con maggiori abilità esecutive commettono meno errori. Nel complesso, le correlazioni osservate risultano di entità moderata.

	comprensione	calcolo	dettato errori	decisione lessicale
Inibizione risposta	0,102	-0,096	-0,121	0,055
Controllo interferenza	,271**	0,074	-,131*	,188**
Flessibilità cognitiva	,241**	0,099	-,168**	,133*
Memoria di lavoro	0,032	,200**	-0,043	,172**

*Tabella 3 - Correlazioni fra misure di FE e apprendimenti (*p<0,05; **p>0,001).*

Nelle tabelle 4,5,6,7 sono riportati i risultati principali dei modelli di regressione lineare, in cui la variabile di esito rappresenta un risultato di apprendimento (comprensione, calcolo, errori, decisione lessicale) e i predittori sono il QI ottenuto dal Cattel e i risultati ottenuti nei subtest relativi alle funzioni esecutive (inibizione della risposta, controllo dell'interferenza, flessibilità cognitiva e memoria di lavoro ad alto carico). È stata utilizzata una regressione a due blocchi, nel primo blocco è stato inserito il punteggio QI, nel secondo blocco i punteggi alle FE con metodo stepwise.

Tabella 4

	B	Beta	t	p	R	R-quadro	F	Sig.
Modello1					0,45	,203	63,347	,000
CattelQI	,042	,450	7,959	,000				
Modello2					0,48	,230	37,144	,000
CattelQI	,038	,406	7,048	,000				
Controllo interf.	,007	,172	2,987	,000				

Tabella 4 - Regressione lienare; variabile dipendente: comprensione (accuratezza).

L'analisi di regressione (tabella 4) suggerisce che la comprensione è predetta in modo significativo dal QI ($\beta = .41$, $p < .001$) e, in misura minore ma comunque significativa, dal

controllo dell'interferenza (β = .17, p < .01). Il modello 2 spiega il 3% della varianza presente. Le altre funzioni esecutive non entrano nel modello.

Tabella 5

	B	Beta	t	p	R	R-quadro	F	Sig.
Modello1					0,317	,100	27,775	,000
CattelQI	,027	,317	5,270	,000				
Modello2					0,338	,114	16,008	,000
CattelQI	,024	,287	4,652	,000				
Memoria di lavoro	,004	,122	1,979	,049				

Tabella 5 - Regressione lineare; variabile dipendente: calcolo (accuratezza)

L'analisi di regressione (tabella 5) suggerisce che il calcolo è predetto in modo significativo dal QI (β = .31, p < .001) e, in misura minore ma comunque significativa, dalla memoria di lavoro (β = .12, p < .01). Il modello 2 spiega l'1% della varianza presente. Le altre funzioni esecutive non entrano nel modello.

Tabella 6

	B	Beta	t	p	R	R-quadro	F	Sig.
Modello1					0,257	,066	17,307	,000
CattelQI	-,273	-,257	-4,160	,000				
Modello2					0,291	,085	11,315	,000
CattelQI	-,243	-,228	-3,649	,000				
Flessib. cognit.	-,062	-,140	-2,244	,026				

Tabella 6 - Regressione lineare; variabile dipendente: dettato (errori)

L'analisi di regressione (tabella 5) suggerisce che il dettato è predetto in modo significativo dal QI (β = -,25, p < .001) e, in misura minore ma comunque significativa, dalla flessibilità cognitiva (β = -,14, p < .01). Il modello 2 spiega il 2% della varianza presente. Le altre funzioni esecutive non entrano nel modello.

Tabella 7

	B	Beta	t	p	R	R-quadro	F	Sig.
Modello1					0,147	,022	5,454	0,02
CattelQI	,017	,147	2,335	,020				
Modello2					0,223	,050	6,465	0,002
CattelQI	,012	,105	1,643	,102				
Controllo interf.	,009	,173	2,708	,007				
Modello3					0,276	,076	6,748	,000
CattelQI	,008	,065	,997	,320				
Controllo interf.	,009	,175	2,764	,006				
Memoria d lavoro	,008	,167	2,645	,009				

Tabella 7 – Regressione lineare; variabile dipendente: decisione lessicale (accuratezza).

L'analisi di regressione (Tabella 7) indica che la decisione lessicale non è spiegata principalmente dal QI, il cui contributo perde significatività nei modelli più complessi. Al contrario, il controllo dell'interferenza ($\beta = .18$, $p < .01$) e la memoria di lavoro ($\beta = .17$, $p < .01$) emergono come predittori significativi, suggerendo che le funzioni esecutive giocano un ruolo più rilevante dell'intelligenza generale nel compito di decisione lessicale, sebbene la varianza spiegata rimanga contenuta ($R^2 = .076$).

La varianza spiegata dai modelli rimane in generale modesta, segnalando che altre variabili cognitive o ambientali (non considerate in queste analisi) contribuiscono in misura sostanziale alle prestazioni. L'inibizione della risposta non risulta associato a nessuno dei compiti di apprendimento considerati.

3.4 DISCUSSIONE

Alla luce dei risultati emersi dallo studio, è possibile trarre delle conclusioni in merito ai quesiti posti al suo inizio (enunciati nel paragrafo 3.1). L'obiettivo principale di questo studio era infatti quello di indagare la relazione tra le funzioni esecutive (FE) e apprendimenti scolastici in un campione di bambini della scuola primaria.

Dai dati descrittivi (tabella 1 e 2) emerge che il campione rispecchia un profilo tipico per fascia di età considerata, con punteggi medi prossimi ai valori attesi sia negli apprendimenti sia nelle FE, ad eccezione dell'inibizione della risposta che si colloca su valori più bassi rispetto alla norma.

Per quanto riguarda la comprensione del testo (tabella 4), abbiamo visto che le variabili che entrano nel modello di regressione, rappresentano quindi i predittori significativi di tale abilità, e sono rappresentati dal punteggio di intelligenza e il controllo dell'interferenza. Inaspettatamente non è emersa la memoria di lavoro, che in letteratura viene vista spesso associata a questo tipo di abilità (Cain & Oakhill, 2006). Tuttavia, il controllo dell'interferenza appare centrale poiché la comprensione richiede la capacità di inibire informazioni irrilevanti e mantenere la coerenza del testo. È possibile ipotizzare che la memoria di lavoro diventi un predittore più rilevante in età successive, mentre nei bambini più piccoli il controllo dell'interferenza possa avere un ruolo prioritario, ipotesi coerente dato che il campione unisce alunni di seconda e di terza primaria.

Per il calcolo (tabella 5) i risultati mostrano che la memoria di lavoro, insieme al QI, è il principale predittore della prestazione, come atteso. La letteratura ha infatti ampliamente documentato che la memoria di lavoro costituisce una risorsa fondamentale per mantenere e manipolare informazioni numeriche durante i passaggi di calcolo (Swanson & Alloway, 2012). In questo senso, i risultati confermano un quadro teorico consolidato.

Per quanto riguarda il dettato (tabella 6), la flessibilità cognitiva emerge come predittore significativo (oltre al QI), con una relazione negativa rispetto al numero di errori: i bambini con maggiore flessibilità cognitiva commettono meno errori ortografici. Questo dato può essere interpretato considerando che il dettato, nei primi anni di scuola primaria, non rappresenta ancora un compito completamente automatizzato (Maurer, Truxius, Sägesser Wyss, Eckhart, 2023) la flessibilità cognitiva, che permette di cambiare strategia e adattarsi al compito, può quindi facilitare la scrittura corretta anche in assenza di una regola pienamente consolidata.

Infine, nella decisione lessicale (tabella 7) sono emersi come predittori il controllo dell'interferenza e la memoria di lavoro. Questo risultato potrebbe essere interpretabile considerando la natura del compito: per decidere se uno stimolo rappresenti una parola o meno, il bambino deve confrontare l'input con il proprio lessico mentale (memoria di lavoro) e contemporaneamente inibire risposte errate a stimoli ingannevoli o simili a parole reali (controllo dell'interferenza). Anche in questo caso, i risultati appaiono coerenti con quanto atteso, pur spiegando una quota ridotta di varianza, aspetto prevedibile poiché nel compito di lettura entrano in gioco anche processi specifici come la conversione grafema-fonema e la consapevolezza fonologica.

Nel complesso, quindi, i risultati evidenziano che le FE si associano agli apprendimenti in modo selettivo, confermando che la pianificazione si fonda sull'integrazione di processi di base (Miyake et al., 2000; Diamond, 2013). I dati supportano l'ipotesi di un ruolo maggiore delle FE e della pianificazione nei compiti più complessi, mentre per quanto riguarda i compiti più automatici, la varianza spiegata resta bassa, suggerendo il peso di altri fattori, come motivazione, contesto, processi specifici di lettura e scrittura.

Alcuni limiti vanno però riconosciuto. In primo luogo, il campione ha unito bambini di seconda e terza primaria che, pur essendo vicini per età, rappresentano momenti scolastici differenti: la terza classe segna infatti l'avvio dell'automatizzazione di molte abilità, rendendo le prestazioni non del tutto comparabili. Sarebbe quindi opportuno in studi futuri analizzare separatamente le due fasce di età. Un secondo limite riguarda la misura del calcolo, basata su un numero ridotto di item (due per la seconda e quattro per la terza) e focalizzata sull'accuratezza di procedure di base. Estendere la valutazione ad altri aspetti delle competenze matematiche, come problem solving, memorizzazione dei fatti aritmetici o ordinamento numerico, consentirebbero di ottenere un quadro più articolato.

Per quanto concerne la valutazione delle funzioni esecutive, tutte le prove sono state somministrate in formato digitale, con caratteristiche comuni in termini di stimolo e modalità

di risposta. Questo aspetto potrebbe aver favorito correlazioni dovute al mezzo di somministrazione più che ai processi cognitivi sottostanti. Futuri studi potrebbero integrare strumenti di natura diversa, anche carta-matita o osservativi, per una misurazione più ecologica e differenziata delle FE.

Possiamo quindi concludere confermando l'esistenza di specifiche associazioni tra FE di base e apprendimenti scolastici, evidenziando come tali relazioni assumano un peso maggiore nei compiti complessi.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Albertazzi, D., Ferreira, M. G. G., & Forcellini, F. A. (2019). A wide view on gamification. *Technology, Knowledge and Learning: Learning Mathematics, Science and the Arts in the Context of Digital Technologies*, 24(2), 191–202. https://doi.org/10.1007/s10758-018-9374-z

American Psychiatric Association, APA. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. Fifth Edition. DSM-5. Washington: A.P.A. (Trad. it. 2014. Manuale Diagnostico e Statistico dei disturbi mentali. Quinta edizione. DSM-5. Milano: Raffaelo Cortina).

Anastasis. (2023). *Manuale TELEFE* – Valutazione integrata delle Funzioni Esecutive. https://www.anastasis.it/telefe/ https://www.anastasis.it/mondo-elli/

Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001) Development of Executive Functions Through Late Childhood and Adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*, *20(1),* 385 406. https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5

Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: the importance of central executive functions. *The British Journal of Educational Psychology*, *78*(Pt 2), 181–203. doi:10.1348/000709907X209854

Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, *68*(1), 92–99. doi: 10.1016/j.bandc.2008.03.003

Barkley, R. A. (1998). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment* (2nd ed.). New York: Guilford Press.

Barkley, R. A. (2012). *Executive Functions: What They Are, How They Work, and Why They Evolved.* Guilford Press.

Bernardi, M., Leonard, HC, Hill, EL, Botting, N., & Henry, LA (2018). Funzioni esecutive nei bambini con disturbo dello sviluppo della coordinazione: uno studio di follow-up di 2 anni. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *60* (3), 306–313. doi:10.1111/dmcn.13640

Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive Functions in Children Aged 6 to 13: A Dimensional and Developmental Study. *Developmental Neuropsychology, 26(2),* 571 593. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3

Cartwright, K. B. (2012). Insights from cognitive neuroscience: The importance of executive function for early reading development and education. *Early Education and Development*, *23*(1), 24–36. doi:10.1080/10409289.2011.615025

Chung, H. J., Weyandt, L. L., & Swentosky, A. (2013). The physiology of executive functioning. In *Springer eBooks* (pp. 13–27). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_2

Chung, H. J., Weyandt, L. L., & Swentosky, A. (2014). The physiology of executive functioning. In S. Goldstein & J. A. Naglieri (Eds.), *Handbook of executive functioning* (pp. 13–27). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_2

Cornoldi, C., Lucangeli, D., & Bellina, M. (2012). *AC-MT 6-11. Test di valutazione delle abilità di calcolo e problem solving*. Trento, Italia: Erickson.

Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quílez Robres, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1582. doi:10.3389/fpsyg.2019.01582

Cutting, L. E., Materek, A., Cole, C. A. S., Levine, T. M., & Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language, and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*, *59*(1), 34–54. doi:10.1007/s11881-009-0022-0

Das, J. P., Kar, R., & Parrila, R. K. (1996). Cognitive planning. The psychological basis of intelligent behavior. London: Sage Publications Ltd.

Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *18*, 34–48. doi:10.1016/j.dcn.2015.11.005

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology, 64*(1), 135 168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Fancello, G. S., Vio, C., e Cianchetti, C. (2014). TOL. *Torre di Londra. Test di valutazione delle funzioni esecutive (pianificazione e problem solving)*. Con CD-ROM. Erickson.

Fuster, J. M. (2008). *The Prefrontal Cortex*. Academic Press.

Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. *John Wiley & Sons*

Lachambre C, Proteau-Lemieux M, Lepage J-F, Bussières E-L, Lippe´ S (2021) Attentional and executive functions in children and adolescents with developmental coordination disorder and the influence of comorbid disorders: A systematic review of the literature. *PLOS ONE 16*(6): e0252043. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0252043

Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press, USA.

Luria, A. R. (1973). *The Working Brain*. Penguin Books.

Marotta, L. et al. (2017). *Percorsi di riabilitazione – Funzioni Esecutive nei disturbi di linguaggio.* Trento: Erickson.

Maurer, MN, Truxius, L., Sägesser Wyss, J., & Eckhart, M. (2023). Dagli scarabocchi alla scrittura: l'impatto delle abilità grafomotorie sull'ortografia nella scuola primaria. *Children (Basilea, Svizzera)* , *10* (12). doi:10.3390/children10121886

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.

Naglieri, J. A., Prewett, P. N., & Bardos, A. N. (1989). An exploratory study of planning, attention, simultaneous, and successive cognitive processes. *Journal of School Psychology, 27*(4), 347–364. https://doi.org/10.1016/0022-4405(89)90012-5

Papadopoulos, TC, Panayiotou, G., Spanoudis, G., & Natsopoulos, D. (2005). Evidenze di scarsa pianificazione nei bambini con deficit di attenzione. *Journal of Abnormal Child Psychology* , *33* (5), 611–623. doi:10.1007/s10802-005-6741-8

Parrila, R. K., Das, J. P., & Dash, U. N. (1996). Development of planning and its relation to other cognitive processes. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *17*(4), 597–624. doi:10.1016/s0193-3973(96)90018-0.

Reiter, A., Tucha, O., & Lange, K. W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia*, *11*(2), 116–131. doi:10.1002/dys.289

Rosselli, M., Torres, V.L. (2019). Executive Dysfunction During Normal and Abnormal Aging. In: Ardila, A., Fatima, S., Rosselli, M. (eds) Dysexecutive Syndromes. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-25077-5_8

Sannio Fancello, G. (2006). *Torre di Londra*. Trento: Erickson.

Schwaighofer, M., Schwaighofer, Markus Bühner, Frank Fischer, Bühner, M., & Fischer, F. (2017). Executive functions in the context of complex learning: Malleable moderators? *Frontline Learning Research*, *5*(1), 58–75. doi:10.14786/flr.v5i1.268

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences, 298*(1089), 199-209.

Stella, G., Savelli, E., Lucangeli, D., Penna, M. P., & Marzocchi, G. M. (Eds.). (2004). *Giornale italiano di ricerca clinica e applicativa* (Vol. 5, No.1): Dislessia, disortografia, disgrafia, discalculia e difficoltà in matematica; disturbi di attenzione e iperattività. Treno: Erickson.

Swanson, HL e Alloway, TP (2012). Memoria di lavoro, apprendimento e rendimento scolastico. In KR Harris, S. Graham, T. Urdan, CB McCormick, GM Sinatra e J. Sweller (a cura di), *APA educational psychology handbook, Vol. 1. Teorie, costrutti e questioni critiche* (pp. 327–366). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/13273-012

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In J. P. Mestre & B. H. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (pp. 37–76). Elsevier Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8

Traverso, L., Viterbori, P., & Usai, M. C. (2015). Improving executive function in childhood: evaluation of a training intervention for 5-year-old children. *Frontiers in Psychology*, *6*, 525. doi:10.3389/fpsyg.2015.00525

Tressoldi, P. E., & Cornoldi, C. (2000). *Batteria per la valutazione della scrittura e della competenza ortografica nella scuola dell'obbligo (BVSCO)*. Trento, Italia: Erickson.

Valeri, G., & Stievano, P. (2007). Neuropsicologia dello sviluppo e funzioni esecutive. *Giornale di Neuropsichiatria dell'età evolutiva*, *27*(2), 319-27.

Vicari, S. & Di Vara, S. (curatori). (2017). *Funzioni esecutive e disturbi dello sviluppo. Diagnosi, trattamento e intervento educativo*. Trento: Erickson.