



**SELINUS UNIVERSITY**  
OF SCIENCES AND LITERATURE

**LO SVILUPPO DELLA MEMORIA DI LAVORO,  
DELLA METAMEMORIA E DELLE FUNZIONI  
ESECUTIVE IN ETÁ SCOLARE**

By Tiziana Pirozzi

Supervised by  
Prof. Salvatore Fava Ph.D.

**A DISSERTATION**

Presented to the Department of  
Clinical Psychology  
program at Selinus University

Faculty of Psychology  
in fulfillment of the requirements  
for the degree of Bachelor of Science  
in Clinical Psychology

2021

### **Abstract in italiano**

Lo scopo dello studio era quello di analizzare lo sviluppo delle Funzioni Esecutive, in particolare il controllo inibitorio, della Memoria di lavoro e della Metamemoria dichiarativa nei bambini di età scolare (Terza, Quarta e Quinta classe primaria).

Inoltre, ci interessava andare a vedere se, ed eventualmente come, questi aspetti fossero correlati tra di loro.

Lo studio ha coinvolto 41 bambini di età compresa tra i 7.5 e 11.5 anni ( $M = 9.69$ ;  $DS = 1.01$ ).

Abbiamo dunque proceduto alla valutazione della Memoria di lavoro, delle Funzioni esecutive (controllo inibizione), della Metamemoria dichiarativa, delle abilità primarie verbali e non-verbali nei bambini. Dai risultati è emerso che la maggior parte dei processi cognitivi presi in esame nel presente studio migliorano con l'avanzare dell'età.

Inoltre, sono emerse correlazioni significative tra Metamemoria e Memoria di Lavoro, Funzioni esecutive e abilità mentali primarie verbali dei bambini.

### **Abstract in inglese**

The aim of the present study was to analyze the development of executive functions, in particular of inhibitory control, working memory and declarative metamemory in school-aged children (third, fourth and fifth grade of primary school).

Furthermore, we were interested in observing the relationship between these cognitive processes.

The study involved 41 children aged between 7.5 and 11.5 years ( $M = 9.69$ ,  $SD = 1.01$ ). Hence, we proceeded by evaluating working memory, executive Functions (i.e., inhibitory control), declarative metamemory, primary verbal and non-verbal abilities in children. Results showed that the majority of the examined cognitive processes improved with increasing age. Moreover, significant correlations emerged between metamemory and working memory, executive functions and verbal abilities.

### **Keywords**

Memoria, Memoria di lavoro, Metamemoria, Funzioni esecutive, sviluppo, età scolare.

## **INTRODUZIONE**

Lo studio che abbiamo condotto ha come focus tre costrutti che fanno parte della memoria: La Memoria di lavoro, la Metamemoria e le Funzioni esecutive.

La Memoria di lavoro è un'abilità cognitiva complessa che richiede il mantenimento temporaneo di nuove informazioni nel magazzino di Memoria a Breve termine e la loro simultanea elaborazione e manipolazione (Cornoldi, 2011).

La Memoria di lavoro è considerata uno spazio dove si svolgono importanti attività mentali di integrazione, coordinazione e manipolazione dell'informazione in ingresso (Baddley e Hitch, 1968).

La Metamemoria è una particolare capacità introspettiva, quella di monitorare e valutare la propria memoria. Secondo Schneider (2008), la metamemoria comprende la conoscenza delle strategie, incluse sia le strategie interne sia quelle esterne e la conoscenza generale del funzionamento della memoria.

Essa si divide in Metamemoria dichiarativa, che si riferisce alla conoscenza consapevole ed esplicita dei fattori che influiscono sulle prestazioni della memoria e include la comprensione di come diversi compiti e variabili situazionali influenzano le prestazioni in diversi domini cognitivi, e Metamemoria procedurale, che riguarda la valutazione e il monitoraggio delle proprie attività di memoria, incluso l'uso consapevole di strategie mnemoniche (Flavell, 1975; 1979).

Le Funzioni esecutive sono le abilità cognitive necessarie per programmare, mettere in atto e portare a termine con successo un comportamento finalizzato a

uno scopo attraverso un insieme di azioni coordinate e strategiche. Includono processi cognitivi e di autoregolazione che consentono il monitoraggio e il controllo di pensieri e azioni, come ad esempio: l'inibizione, la pianificazione, la flessibilità attentiva, l'individuazione e la correzione di errori (Owen, 1997; Carlson, 2005).

L'importanza di questi costrutti è risultata essere associata anche all'apprendimento.

Nello specifico le Funzioni esecutive, che comprendono una varietà di processi cognitivi (inibizione, pianificazione, memoria di lavoro, flessibilità, etc.), sembrano essere finalizzate all'applicazione di comportamenti complessi fondamentali per l'apprendimento in età evolutiva (Marotta et al., 2013).

Si tratta infatti di un complesso di funzioni che permettono all'individuo di mettere in atto comportamenti e strategie adeguate in contesti in cui i vecchi schemi acquisiti non sono funzionali o non permettono di giungere alla soluzione di un problema. È infatti noto ormai da tempo che scarse funzioni esecutive predicono spesso difficoltà di apprendimento (Anderson, 2002; Banich, 2009; Best et al., 2010; Bull et al., 2010). Questo è dovuto al fatto che i bambini che presentano un deficit delle funzioni esecutive tendono a distrarsi facilmente, hanno difficoltà a svolgere più di un compito alla volta, hanno difficoltà nella regolazione degli stati emotivi, sono impazienti, hanno una scarsa tolleranza alla frustrazione, sono più sbadati, hanno difficoltà ad imparare dall'esperienza, etc. (Bull et al., 2010).

L'apprendimento sembra inoltre essere strettamente connesso alla Metacognizione e alla Metamemoria, infatti, per fare un esempio pratico ci si impegna su questo versante se ci si accorge di avere maggiori problemi nell'apprendere o memorizzare l'argomento A rispetto all'argomento B. I bambini piccoli non sono particolarmente bravi in questo; la capacità di regolare la propria conoscenza, e di massimizzare il proprio potenziale nel pensare, nell'apprendere e nel valutare cresce con l'età e con l'esperienza, in relazione allo sviluppo della Metamemoria e della Metacognizione (Flavell et al., 1975,1979).

Infine, diverse ricerche evidenziano che anche la Memoria di Lavoro sia implicata nell'apprendimento, nello specifico Harrington e Juffs (2012) hanno messo in evidenza come l'apprendimento di una seconda lingua e il suo uso sia facilitato da una vasta gamma di processi cognitivi, tra i quali compare al primo posto la Memoria di lavoro.

Questi tre costrutti risultano quindi essere fondamentali per l'entrata a scuola dei bambini e per il loro apprendimento scolastico. Ciò è legato al fatto che queste abilità si sviluppano proprio in concomitanza con l'entrata a scuola dei bambini.

Infatti, diversi studi hanno dimostrato che la Memoria di Lavoro continua a svilupparsi durante gli anni della scuola materna e nella prima infanzia e che le sue principali componenti sono in funzione dall'età di 4 anni (Alloway et al., 2006) e si sviluppano fino all'età adolescenziale. Altri autori hanno trovato prove evidenti di un costante aumento in aggiornamento e capacità di Memoria di lavoro da 6 a 15 anni (Lee et al., 2013).

Per quanto riguarda lo sviluppo della Metamemoria, gran parte della ricerca sul tema mostra che i bambini di 4 anni hanno già una conoscenza di base del funzionamento della memoria (Justice, 1989; Wellman, 1978) e che questa conoscenza migliora significativamente durante l'infanzia: moderatamente tra i 4 e i 6 anni e poi in modo più significativo tra i 6 e i 12 anni (Antshel et al., 2008; Fritz et al., 2010; Catale et al., 2015).

Infine, le funzioni esecutive si sviluppano rapidamente negli anni della prima infanzia, ma continuano a svilupparsi nell'adolescenza e nella prima età adulta. I progressi nel controllo esecutivo si basano sullo sviluppo della corteccia prefrontale, che analogamente matura lentamente nell'infanzia, nell'età scolare e nell'adolescenza e raggiunge la maturità nei primi anni 20 anni (Mahy et al., 2014).

L'importanza di questi tre elementi della Memoria è ormai assodata da tempo e la letteratura al riguardo ne è testimone, è quindi fondamentale indagare se e come queste da questo punto è partito il progetto del nostro studio.

Analizzando quindi la letteratura precedente su questi aspetti della memoria ci siamo resi conto che, sebbene questi singoli elementi siano ben studiati ed approfonditi, le ricerche che hanno cercato di indagare l'esistenza di una relazione tra di loro è abbastanza scarsa. Per questa ragione abbiamo deciso di provare ad indagare congiuntamente questi tre elementi della memoria.

Lo scopo del nostro studio era quindi quello di analizzare lo sviluppo della Memoria di Lavoro, della Metamemoria dichiarativa e delle Funzioni Esecutive nei

bambini di età scolare. Inoltre, ci interessava andare a vedere se, ed eventualmente come, questi aspetti si integrassero o correlassero tra loro.

Sulla base di quanto affermato fino a questo punto la Tesi è stata sviluppata nel seguente modo: nel primo capitolo verrà affrontata la Memoria da un punto di vista più generico e teorico, facendo riferimento alla definizione del termine, allo sviluppo e alle diverse teorie che si sono susseguite negli anni. Verranno poi analizzate più nel dettaglio la Memoria a breve termine, la Memoria di Lavoro, la Metamemoria (focalizzandosi maggiormente sulla componente dichiarativa) e le Funzioni esecutive.

Nel secondo capitolo verrà spiegato nel dettaglio lo studio attuale. Si partirà con la spiegazione delle ragioni che hanno condotto allo studio attuale e lo scopo, proseguendo poi con la descrizione del metodo (partecipanti, strumenti e procedure utilizzate) e concludendo con i risultati e la discussione degli stessi confrontandoli con i dati emersi dalla letteratura precedente.

Nel terzo ed ultimo capitolo verranno tirate le somme dello studio attuale e della discussione. Verranno quindi analizzati i limiti e le difficoltà incontrate nello studio attuale e verranno di conseguenza proposti nuovi spunti per le ricerche successive.



# CAPITOLO 1 - LA MEMORIA

## 1 – Definizione e processi della memoria

La memoria, in generale, potrebbe essere definita come la capacità, comune a molti organismi, di conservare traccia più o meno completa e duratura degli stimoli esterni sperimentati e delle relative risposte ([www.treccani.it](http://www.treccani.it)). In altre parole, è la capacità di conservare nel tempo le informazioni apprese e di recuperarle quando servono in maniera pertinente. Cornoldi, nel 1995, la definì una delle funzioni psichiche di base, un prerequisito per il funzionamento cognitivo e per l'apprendimento in popolazioni con sviluppo sia tipico che atipico.

Lo sviluppo della memoria è avvenuto insieme alle altre capacità cognitive, permettendo così agli esseri umani di affrontare la complessità dell'ambiente circostante. La memoria diventa, dunque, la struttura psichica che organizza l'aspetto temporale del comportamento, che determina i legami per cui un evento attuale dipende da un altro accaduto in precedenza (Comer, 2013).

La parola memoria può far supporre che esista nel nostro cervello un magazzino unitario e statico nel quale vengono raccolti e catalogati passivamente i dati e le informazioni che provengono dall'esterno. In realtà la memoria non è un elemento statico; infatti, essa è costantemente al lavoro nel guidare i nostri pensieri e le nostre azioni, perché non esiste azione o condotta che avvenga in assenza di memoria. La memoria permette di collegare eventi del passato al comportamento

presente e alla pianificazione di azioni future. La memoria deve quindi essere considerata come un processo attivo e dinamico poiché dipende dalla storia personale di ogni individuo. È un sistema in continuo divenire, essa è la nostra storia come individui (memoria personale) e come comunità cui apparteniamo (memoria collettiva). La memoria è soggetta a suggestioni e a processi di rielaborazione personale che, di solito, conducono a un miglioramento dei ricordi (ottimismo mnestico).

Un elemento importante da sottolineare è che non ci si può ricordare tutto, la memoria è limitata sia in termini quantitativi che di durata; questo perché riusciamo a prestare attenzione solo ad una quantità limitata di informazioni per volta, e di conseguenza quello che passa in memoria viene selezionato, elaborato e vengono trattenute solo le informazioni ritenute più importanti. La selezione viene fatta sulla base di ciò che ci ha colpito sensorialmente, cognitivamente o emotivamente. La memoria dunque non serve solo da deposito e per il recupero delle tracce mnestiche, ma viene costantemente modificata sulla base delle nuove informazioni in arrivo attraverso un meccanismo che viene definito di “updating” (Anolli , 2001; Anderson , 2001).

Più nello specifico, facendo riferimento all’uomo, nel quale tale funzione raggiunge la più elevata organizzazione, il termine indica il processo con cui si acquisiscono, si codificano, si immagazzinano, e si recuperano le informazioni. Ciascuna di queste parti rappresenta un differente processo, ma sono tutte

ugualmente fondamentali, infatti la rievocazione è possibile solo se tutti i processi hanno svolto correttamente la propria funzione:

**1. Acquisizione:** processo con cui le informazioni vengono acquisite, selezionate e ridimensionate. Questo processo è quasi istantaneo e non è cosciente.

**2. Codifica:** consiste nel trasformare un'informazione in una rappresentazione mentale collocata in un deposito di memoria. L'attenzione, insieme ad altri fattori emotivi e motivazionali, determina la forza della codifica, che presenta tre livelli di elaborazione (teoria dei livelli di elaborazione):

- Livello superficiale: ci fermiamo agli aspetti strutturali e fisici di uno stimolo
- Livello intermedio: abbiamo degli aspetti fonologici di uno stimolo
- Livello profondo: compaiono le componenti semantiche.

A una prova di memoria, la codifica profonda degli stimoli conduce a ricordare il 78% degli stimoli, quella intermedia il 57% e quella superficiale solo il 16%.

**3. Immagazzinamento e ritenzione:** è il mantenimento delle informazioni nel sistema mnestico e se le informazioni non vengono immagazzinate nel modo adeguato, queste non possono essere rievocate successivamente.

**4. Recupero:** consiste nella localizzazione delle informazioni e nella loro rievocazione. Si tratta di collegare tra loro diverse caratteristiche dell'oggetto collocate nei depositi di memoria, in tal modo, siamo in grado di recuperare le informazioni pertinenti seguendo diverse strade e di avere accesso ai depositi di

memoria anche nel caso in cui disponiamo di un numero limitato di elementi. I due metodi principali per recuperare un ricordo sono la rievocazione e il riconoscimento.

- Rievocare significa riprodurre in modo attivo l'informazione registrata in memoria, ricostruire l'informazione.
- Riconoscere significa rendersi conto di avere già avuto contatto con un dato stimolo, attraverso un confronto fra lo stimolo che ci viene proposto e quelli immagazzinati in memoria. Nel riconoscimento il compito risulta essere molto più facile rispetto alla rievocazione (Brandimonte, 2004).

### **1.1 – Fasi della memoria nell'arco della vita**

Un esperimento compiuto da De Casper e Fifer (1980) sulle abilità percettive presenti già a livello fetale dimostra che esiste una sorta di apprendimento e di memorizzazione ancor prima della nascita. In effetti, basta pensare al fatto che i bambini riescono, ancor prima di nascere, a riconoscere la voce della madre e appena nati, se la madre gli canta una filastrocca che cantava durante i mesi della gestazione, il bambino la riconosce e si abbassa il livello di arousal.

Dalle prime ricerche condotte da Piaget (1924) emerge che il periodo cruciale per la formazione della memoria sia compreso tra i 4 e i 7 mesi. Già a 7-8 mesi infatti il bambino è in grado di distinguere le persone a lui familiari da quelle estranee sulla base di tracce mnestiche presenti in memoria. Tra i 10 e i 12 mesi il bambino

inizia a compiere azioni volontarie e intenzionali per raggiungere un dato scopo, e dai 2 anni in avanti mostrano di ricordare determinati eventi della loro vita avvenuti anche mesi prima.

A partire dal quinto anno di età i bambini sono in grado di raggruppare le parole per categorie tematiche e di utilizzare diverse strategie in modo consapevole e flessibile a seconda della specifica situazione. Inoltre, sempre in questo periodo iniziano a svilupparsi anche le abilità esecutive più complesse, che continueranno a svilupparsi fino alla tarda adolescenza.

In sintesi, per fare uno schema riassuntivo dello sviluppo della memoria nell'arco della crescita potremmo dire che:

- Già nella fase prenatale e neonatale appaiono le prime caratteristiche di un sistema di memoria pienamente funzionante, che soprattutto nei primi mesi di vita si espande rapidamente e acquisisce una notevole quantità di informazioni sul mondo che circonda il neonato.
- In età prescolare iniziano a comparire le prime strategie, non ancora pienamente consapevoli, che operano automaticamente nella codifica e nell'immagazzinamento delle informazioni nella memoria a lungo termine.
- In età scolare invece, aumenta la capacità di riflettere sui propri processi mentali e quelli altrui (sviluppo della Teoria della Mente – TOM). Inoltre, in questa fase i bambini diventano anche maggiormente abili a controllare tali processi mentali. Si afferma infatti la meta-cognizione, compaiono le prime strategie specifiche e

diversificate che, col passare del tempo e della pratica, diventano automatiche e generalizzate.

- Intorno agli 8-11 anni le capacità mnestiche dei ragazzi diventano quasi analoghe a quelle dell'adulto, ma il loro funzionamento risulta ancora parzialmente limitato a causa del minor bagaglio di conoscenze possedute e della minor pratica delle strategie (Piaget, 1924).

## **2 – Storia, evoluzione e classificazione della memoria**

L'approccio più antico nello studio della memoria è quello associazionista, per cui la memorizzazione consisterebbe nell'associazione di idee o di sensazioni che si verificano contigualmente. La forza dell'associazione è determinata dalla frequenza con cui i fenomeni si verificano congiuntamente e dalla vividezza delle sensazioni suscitate dal segnale; ad esempio: se vedo che l'erba è sempre verde ricorderò che l'erba è verde. La psicologia associazionista promuove l'uso della ripetizione come fonte di apprendimento, l'esercizio ripetuto permetterebbe, in questa ottica, la ritenzione degli item in memoria, grazie ad una catena di associazioni venute a creare per effetto della ripetizione stessa ([www.psicolab.net](http://www.psicolab.net)).

Ebbinghaus, basandosi su una prospettiva associazionista, fu il primo a studiare con un metodo oggettivo e scientifico la capacità di memoria dell'uomo. Per farlo iniziò a lavorare sistematicamente su se stesso, cercando di memorizzare il

maggior numero possibile di sillabe senza senso (trigrammi consonante-vocale-consonante). Le catene di sillabe risultano particolarmente adatte allo scopo poiché costituiscono stimoli privi di valenza linguistica e che, pertanto, dovrebbero elicitare il meccanismo più elementare di memorizzazione.

Dai dati ottenuti dai suoi studi è possibile evidenziare alcuni elementi fondamentali relativi alle funzioni mnestiche:

**1.** Curva esponenziale dell'oblio: la rievocazione immediata degli item risulta essere del 100% ma, dopo la seduta di apprendimento, le sillabe vengono dimenticate rapidamente; il contenuto di memoria diminuisce drasticamente nei primi 20 minuti, continua a scendere, anche se in maniera meno pronunciata, nella prima ora, e successivamente, continua a diminuire più lentamente fino a stabilizzarsi quasi definitivamente il giorno seguente.

**2.** Curva esponenziale dell'apprendimento: risulta essere inversa alla curva dell'oblio, per cui si impara a ricordare moltissime sillabe nei primi 20 minuti, molte nella prima ora e poi progressivamente, col il passare delle ore sempre meno.

**3.** Apprendimento subconscio: quello che emerge è che non tutto l'apprendimento apparentemente dimenticato è scomparso, ma che una parte di esso permane a livello subconscio in memoria; inoltre, l'apprendimento su più sessioni, distanziate nel tempo, favorisce la memorizzazione, rispetto al tentativo di apprendere massivamente tutto in una sola seduta.

4. Effetto seriale: un altro elemento che risulta essere particolarmente rilevante è che la posizione relativa delle sillabe influisce sulla memorizzazione delle stesse. Nello specifico: le prime (primacy) e le ultime (recency) lettere di una lista, si ricordano meglio rispetto a quelle in mezzo (Anolli, 2001; Anderson, 2001; Brandimonte, 2004).

Jacobs nel 1886 espone una prima e fondamentale critica ai risultati ottenuti da Ebbinghaus: la generalizzabilità. Le persone possono ripetere un certo numero di sillabe senza senso dopo averle udite una sola volta. È probabile però che questo numero sia variabile da persona a persona ma non possiamo averne la certezza, probabilmente chi è più abile dal punto di vista linguistico potrebbe essere più abile a elaborare questo tipo di materiale. La teoria elaborata da Ebbinghaus, essendo testata su una sola persona (lui stesso) non può pertanto essere generalizzata e di conseguenza non è possibile trarne conclusioni certe e scientifiche (Anolli, 2001; Anderson, 2001; Brandimonte, 2004).

Il concetto di memoria unitaria è stato superato negli anni 60 quando venne proposta la prima distinzione tra sistemi anatomico-funzionali che sottendono la memoria a breve termine (MBT) e sistemi che invece sottendono la memoria a lungo termine (MLT). Tra le prove più evidenti a sostegno di questa dissociazione vi è la presenza di due tipi di pazienti neuropsicologici:

- MLT: nei pazienti amnesici un danno a livello temporale mediale o diencefalico si associa a un problema generale di apprendimento e rievocazione di nuove



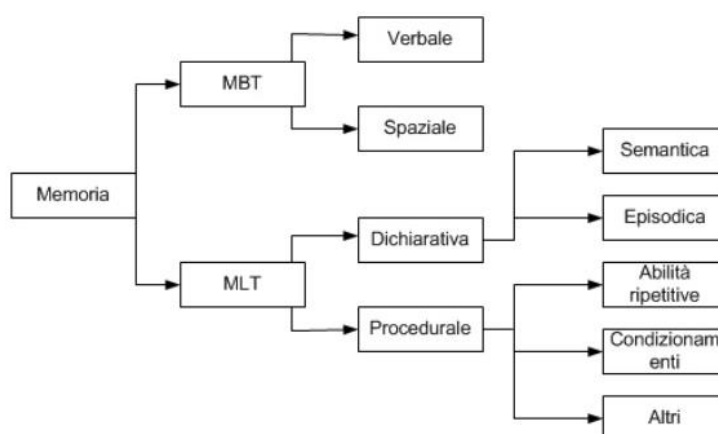
informazioni sia verbali che visive; tali pazienti però sono in grado di ripetere sequenze di cifre immediatamente dopo la loro presentazione (span di cifre).

- MBT: vi sono invece pazienti con un pattern comportamentale opposto, associato a un danno delle regioni perisilviane di sinistra (cioè le aree che circondano la scissura silviana): i pazienti sono in grado di ripetere solo 1 o 2 cifre immediatamente dopo la presentazione, ma la capacità di apprendere e rievocare nuove informazioni a distanza di tempo è normale.

Questi due sistemi di memoria, a breve e a lungo termine, a loro volta possono essere ulteriormente scomposti.

Nella Figura 1 vengono presentate le componenti della memoria in forma più schematica.

**Figura 1:** Suddivisione e scomposizione della Memoria nelle sue componenti principali.



Dalle riflessioni di Jacobs nacque un primo concetto di memoria a breve termine. Egli la definì come un “afferrare mentale” di alcune informazioni che la memoria mantiene brevemente per poterle poi elaborare. Più questa capacità è sviluppata più la nostra memoria risulterà essere efficiente (Brandimonte, 2004).

Successivamente, nel 1890, William James distinse la memoria in due componenti:

1. Primary memory: corrisponde ai contenuti della coscienza e pertanto ha una capacità limitata.
2. Secondary memory: è la memoria del passato più lontano ed ha una capacità illimitata (memoria a lungo termine).

Egli sosteneva che a seconda di dove si focalizza l’attenzione, lì si attiverà l’informazione che ci serve per il nostro ragionamento.

Negli stessi anni Cattell e Galton iniziarono a considerare lo “span task” - numero di elementi che la memoria a breve termine riesce a mantenere nel suo focus di attivazione, in altre parole: la misura della capacità di tale memoria (Brandimonte, 2004).

Wilhelm Wundt, anticipando il pensiero del celebre psicologo contemporaneo George Miller, considerava lo span di memoria come il limite definito dal “focus of attention”.

Nel 1956 fu proprio Miller, basandosi sugli studi precedenti di Ebbinghaus, a sostenere che l'essere umano è in grado di memorizzare e riflettere su un numero limitato di oggetti, parole, numeri, immagini, simboli, ecc; questo numero, che

varia da persona a persona, è stato sperimentalmente individuato da lui in 7 più o meno 2 (Miller, 1956).

Le teorie citate fino a questo momento si sono tutte concentrate sulla capacità di memoria, ovvero sul numero di elementi e di informazioni che la memoria riesce a mantenere. Negli anni seguenti le nuove formulazioni teoriche si sono basate sui meccanismi che stanno alla base della memoria, distinguendosi in due grandi categorie:

1. Time based theory (teorie del deterioramento): sostengono che le informazioni vengono progressivamente dimenticate con il passare del tempo.
2. Inference based theory (teorie dell'inferenza): ritengono che l'acquisizione di nuove informazioni fa in modo che le altre vengano cancellate, questa inferenza può essere proattiva o retroattiva.

Uno dei primi modelli che cerca di spiegare la relazione tra la MBT e la MLT è il modello di Atkinson e Shiffrin (1968) che prevede che la memoria a breve e a lungo termine siano strettamente legate: per entrare nella memoria a lungo termine le informazioni devono prima essere processate dalla memoria a breve termine. Questi autori proposero un modello multi-processo della memoria, basato sullo scambio input output: ogni stadio riceve input che trasforma in output, che diventano input per lo stadio successivo.

Gli stadi principali sono 3:

1. Registro sensoriale

2. Memoria a breve termine

3. Memoria a lungo termine (Annoli et al., 2001)

Il modello multiprocesso di Atkinson e Shiffrin. (Annoli et al., 2001)

Le informazioni ambientali sono raccolte nel registro sensoriale per un periodo molto breve, parte di esse è trasmessa alla Memoria a breve termine, dove è ulteriormente elaborata; l'esito di questo processo è trasferito alla Memoria a lungo termine. Mentre le informazioni contenute nella Memoria sensoriale e a breve termine possono andare perdute, la ritenzione delle informazioni nella memoria a lungo termine sembra essere sostanzialmente permanente.

Come abbiamo visto precedentemente negli anni '60-70 questi modelli entrano in crisi a seguito delle prime evidenze neuropsicologiche di alcuni pazienti che mostravano una dissociazione tra memoria a breve e a lungo termine (Annoli et al., 2001).

Proprio partendo da queste prime osservazioni discostanti, gli autori si sono interessati a una parte specifica della Memoria, che dipende dalla Memoria a breve e a lungo termine, la Memoria di Lavoro.

### **3 - Memoria di lavoro (WM)**

Per Memoria di Lavoro si intende un'abilità cognitiva complessa che richiede il mantenimento temporaneo di nuove informazioni nel magazzino di Memoria a

breve termine e la loro simultanea elaborazione e manipolazione. Tale costrutto negli anni è diventato sempre più rilevante e centrale per il funzionamento cognitivo al punto che Cornoldi, nel 2011, ha indicato nella Memoria a lungo termine il nucleo critico dell'intelligenza.

La capacità di immagazzinamento e di elaborazione del sistema di Memoria di Lavoro varia nella misura in cui varia la possibilità di integrazione dei diversi tipi di conoscenze (semantiche, percettive e sintattiche) sulla base del fenomeno del chunking delle informazioni. Questo chunking può avvenire attraverso vari processi e può essere facilitato dalla integrazione delle informazioni sulla base di conoscenze semantiche e sintattiche nella Memoria a lungo termine. Considerando che un chunking integra diversi item, come numeri e parole, in una sola unità rappresentativa, esso amplia la capacità di immagazzinamento e recupero delle informazioni, riducendo, nel contempo, l'impegno di risorse da parte dell'Esecutivo centrale (di cui parleremo più approfonditamente in seguito) (Artuso e Palladino, 2011, 2015; Belacchi e Palladino, 2017).

L'inizio dell'evoluzione del costrutto di Memoria di lavoro risale al 1960 quando Miller, Galanter e Pribram nel testo "Plans and the structure of behaviour" suggeriscono per la prima volta l'idea della Memoria di lavoro come processore di informazioni, ovvero come uno spazio di lavoro per coordinare operazioni mentali durante il temporaneo immagazzinamento di informazioni. Questi autori cercano di spiegare come la memoria sia implicata nelle operazioni cognitive più complesse e quali sono i meccanismi alla base. Il loro scopo era quello di spiegare come lavora

la memoria nel momento in cui vogliamo fare un calcolo o dobbiamo mettere in atto un ragionamento logico.

In questi anni cresce molto l'interesse per lo studio di compiti cognitivi complessi come la soluzione di problemi, il ragionamento, la comprensione del testo, etc. dai quali si evince che il ruolo della memoria non è quello di semplice contenitore di passivo di informazioni e si passa quindi definitivamente al concetto di memoria di lavoro, definito come un processo cognitivo che permette il mantenimento temporaneo e la successiva elaborazione delle informazioni nel cervello.

Uno dei modelli che ha riscosso maggior successo è quello proposto nel 1974 da Alan Baddeley e Graham Hitch; in questo costrutto la Working memory comprende: un sistema di controllo chiamato "esecutivo centrale" (il correlato neurale corrispondente è la corteccia prefrontale dorsolaterale bilaterale) e due sottoinsiemi ausiliari: il "circuito fonologico" e il "taccuino visuo-spaziale". Il primo, relativo alla memoria verbale, include il magazzino fonologico a breve termine (Area di Brodmann 39-40) e il ripasso articolatorio (Area di Brodmann 6-44); il secondo invece si occupa di mantenere ed elaborare le informazioni visive (Area infero-temporale sinistra) e quelle spaziali (Regioni emisferiche destre e corteccia parietale posteriore). Nel 2003 Baddeley ha aggiunto un nuovo elemento al modello precedente: il buffer episodico. Si tratta di un magazzino multimodale a capacità limitata che integra le informazioni provenienti da due sottoinsiemi e dalla memoria a lungo termine. Sul correlato neurale del buffer episodico sono

state formulate diverse ipotesi: area supplementare motoria di destra e corteccia anteriore media del solco intra-parietale oppure ippocampo anteriore sinistro.

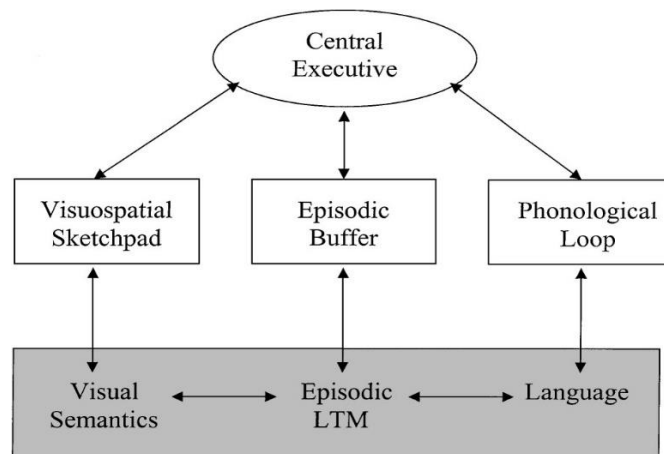


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 2: schema del Modello di Working Memory descritto da Baddley e Hitch (1968).

<http://ib-psych.blogspot.com/2013/03/outcomes-in-cognitivepsychology.html>

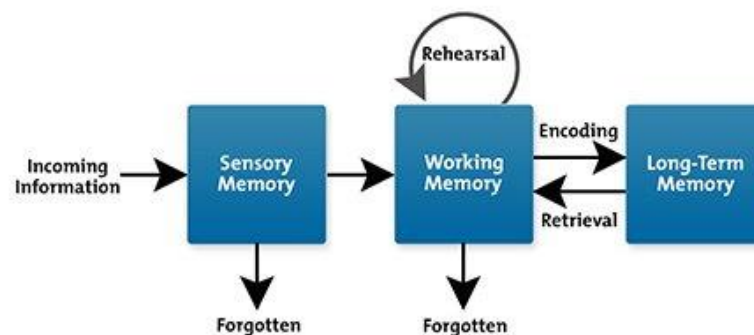


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 3: schema del Modello di Working Memory descritto da Baddley e Hitch (1968)

<https://www.mindtools.com/pages/article/cognitive-load-theory.htm>

A differenza del modello di Atkinson e Shiffrin sulla Memoria a breve termine, la Memoria di Lavoro non è considerata una stazione di passaggio verso la Memoria

a lungo termine, ma uno spazio dove si svolgono importanti attività mentali di integrazione, coordinazione e manipolazione dell'informazione in ingresso. Tali attività, rese possibili e governate dai processi dell'esecutivo centrale, si suddividono in due

linee indipendenti di processi, riguardanti le informazioni verbali e quelle visuo-spaziali (Baddley e Hitch, 1968).

Ma come lavora la Memoria di Lavoro?

Partiamo dall'esecutivo centrale. È un sistema flessibile per il controllo e la regolazione dei processi cognitivi richiesti dalla situazione. Collega le informazioni provenienti dalle diverse fonti in episodi coerenti, coordina i sottosistemi ("sistemi schiavi"), orienta le risorse attentive a disposizione in modo selettivo.

Il circuito fonologico concerne il parlato e conserva l'ordine in cui le parole sono presentate. È suddiviso in due componenti: il magazzino fonologico e il sistema articolatorio. Il circuito fonologico è caratterizzato da diversi fenomeni, come l'effetto della similarità fonologica, l'effetto della lunghezza delle parole e l'effetto della soppressione articolatoria.

A sua volta, il taccuino visuo-spaziale riguarda l'immagazzinamento e il trattamento delle informazioni visive e spaziali, nonché delle immagini mentali. È composto dal nascondiglio visivo, che ha la funzione di conservare le informazioni concernenti la forma e i colori, e dallo scrivano interno, che è implicato nella reiterazione attiva delle informazioni riguardanti lo spazio e i movimenti.



Infine, il buffer episodico è dedicato a collegare insieme le informazioni provenienti da diversi ambiti per formare unità integrate e coerenti a partire dalle informazioni visive, spaziali e verbali a disposizione in funzione dell'ordine cronologico (Brandimonte, 2004).

Un modello di Memoria di Lavoro che approfondisce alcuni concetti elaborati precedentemente nel modello di Baddeley, è stato proposto recentemente da Cesare Cornoldi e Tomaso Vecchi (2003).

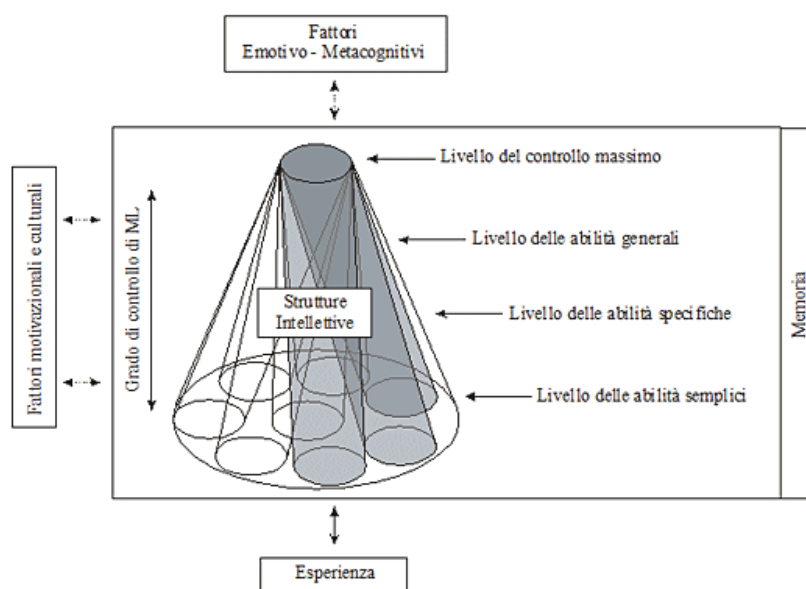


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 4: Modello di Memoria di lavoro proposto da Cornoldi e Vecchi (2003) (<https://www.neuropsicomotricista.it>)

Si tratta di un modello a forma di cono che presenta due dimensioni: una verticale e una orizzontale. Lungo il continuum verticale si possono raggruppare le abilità più automatizzate in cui il coinvolgimento della Working Memory è basso e i processi più centrali che richiedono un controllo più elevato.

Crescendo il livello di controllo aumenta analogamente la richiesta di risorse cognitive quindi: più alto è il grado di controllo richiesto da un'attività, più lo svolgimento di questa è incompatibile con lo svolgimento simultaneo di un'altra attività centrale.

Ulteriore aspetto spiegato dal continuum verticale è l'ancoraggio dei processi della Memoria di lavoro alla natura specifica dell'informazione elaborata. Quindi, le attività più semplici, dette anche di base, sono strettamente ancorate a un determinato tipo d'informazione, mentre un'attività a livello intermedio mantiene un ancoraggio più debole, e infine, un'attività molto centrale si stacca quasi completamente dalla natura dell'informazione elaborata.

**1.** Si è ipotizzato che a una crescita di livelli di controllo corrisponda una crescente sottrazione di risorse generali della mente. Pertanto, più è elevato il controllo richiesto da un'attività, più il suo svolgimento è incompatibile con lo svolgimento concomitante di un'altra attività che, in qualche misura, implichi il controllo.

**2.** Un'altra ipotesi del modello a cono riguarda la relazione tra le abilità ad uno stesso livello di controllo, ma che implicano contenuti diversi: tale relazione è tanto maggiore quanto più elevato è il grado di controllo richiesto.

La seconda caratteristica di questo modello è la presenza di un piano orizzontale che riguarda il contenuto di diverse tipologie di informazione e la minore o maggiore distanza esistente tra queste. Quindi, il materiale linguistico e quello spaziale si possono posizionare su due poli opposti di questo piano, mentre

materiale visivo e spaziale, pur occupando posti separati, possono avere maggiori contiguità.

Senza questo continuum sarebbe difficile collocare le differenti componenti visuo spaziali ed ammettere che esse sono separabili.

La distinzione tra contenuti di tipo diverso si applica tanto a livelli bassi del continuum verticale, ove le funzioni intellettive centrali sono meno coinvolte, quanto ad alti livelli del continuum.

La Memoria di lavoro può svolgere un ruolo importante durante la prima infanzia mentre il controllo inibitorio, il monitoraggio e lo shifting potrebbero essere cruciali in una fase evolutiva successiva, in particolare durante gli anni scolastici. Inoltre, il controllo inibitorio e lo shifting si prevede che influenzino le prestazioni del compito "Ongoing Task" e il compito delle CUE (target prospettici – eventi o tempi) mentre la Working Memory e il Planning dovrebbero avere un effetto maggiore durante la formazione e la ritenzione dell'intenzione (Basso et al., 2018).

La memoria di Lavoro continua a svilupparsi durante gli anni della scuola materna e nella prima infanzia. Le principali componenti della Working Memory sono in funzione dall'età di 4 anni (Alloway et al., 2006) e si sviluppano fino all'età adolescenziale. Altri autori hanno trovato prove evidenti di un costante aumento in aggiornamento e capacità di Memoria di lavoro da 6 a 15 anni (Lee et al., 2013). Dolan e colleghi (2006) hanno invece suggerito una traiettoria di sviluppo più lunga, che si estenderebbe fino alla giovane età adulta.

Prove di neuroimaging evidenziano un'augmentata attivazione nelle aree frontali e parietali, che si sviluppano dalla tarda infanzia (9 anni) fino a tarda adolescenza (18 anni) (Forssberg et al., 2002).

#### **4 – La Metamemoria**

Metamemoria è il termine con cui studiosi e neuroscienziati indicano una particolare capacità introspettiva, quella di monitorare e valutare la propria memoria. Secondo Schneider (2008), la metamemoria comprende la conoscenza delle strategie, incluse sia le strategie interne (ad esempio immagini mentali) sia quelle esterne (ad esempio le liste della spesa) e la conoscenza generale del funzionamento della memoria.

Essa designa la conoscenza che un soggetto ha del proprio funzionamento mnestico e di quello altrui, la maniera in cui può prenderne coscienza e renderne conto. Più recentemente questo termine è venuto a designare sia i meccanismi di regolazione, sia quelli di controllo del funzionamento cognitivo. Questi meccanismi fanno riferimento alle attività che permettono di guidare e regolare l'apprendimento e il funzionamento cognitivo nelle situazioni di risoluzione di problemi. Nello specifico la Metamemoria svolge le seguenti funzioni:

- Pianificazione: per esempio immaginare come procedere per risolvere un problema o elaborare delle strategie
- Previsione: ad esempio stimare il risultato di un'attività cognitiva specifica

- Procedure: possono essere le più svariate, come testare qualcosa, rivedere, rimaneggiare e rivalutare le proprie strategie
- Controllo dei risultati ottenuti: ad esempio valutare il risultato di un'azione in funzione dello scopo previsto
- Transfert e generalizzazione: per esempio si tratta di generalizzare una strategia di risoluzione da un problema già affrontato e risolto ad altri problemi o contesti.

A questi processi fa seguito "l'atteggiamento strategico", che riguarda la generale propensione del soggetto a riflettere sulla natura della propria attività mentale e riconoscere la possibilità di utilizzarla ed estenderla: essa può aiutare il bambino, anche quando egli non possiede conoscenze metacognitive specifiche utili per il caso proposto.

Ad esempio, di fronte a un compito nuovo o proposto in maniera innovativa rispetto al solito, il bambino ne riconosce le caratteristiche di richiesta di memoria e lo collega a situazioni e soluzioni note, adottando i tipi di risposta già posseduti nel proprio repertorio al caso specifico.

Fu John H. Flavell, noto psicologo dell'età evolutiva specializzato in sviluppo cognitivo dei bambini, a condurre i primi studi sulla Metamemoria nel 1970. Egli osservò un deficit di produzione nella memoria in bambini di età scolare e prescolare; questi, per lo studioso, non si rendevano conto delle necessità di fare qualcosa di specifico per ricordare, non erano consapevoli dell'efficacia delle

strategie e non erano in grado di mettere in relazione il tipo di compito con la strategia ad esso più adeguata.

Secondo Flavell (1975; 1979) la Metamemoria è un insieme variabile di consapevolezza (conoscenze e attività di controllo) che un soggetto possiede sulla memoria o su fenomeni che sono legati alla memoria. Egli la definì come segue: “la Metamemoria si riferisce alla propria conoscenza riguardante i propri processi cognitivi, mnemonici e prodotti o qualsiasi cosa ad essi relativa”.

Essa è costituita da due componenti distinte:

**1. Metamemoria dichiarativa:** riguarda le conoscenze e le credenze su cos'è la memoria e come funziona (ad esempio: quali fattori favoriscono o rendono più difficili i compiti di memoria). In altre parole, la Metamemoria dichiarativa si riferisce alla conoscenza consapevole ed esplicita dei fattori che influiscono sulle prestazioni della memoria e include la comprensione di come diversi compiti e variabili situazionali influenzano le prestazioni in diversi domini cognitivi.

**2. Metamemoria procedurale:** riguarda la valutazione e il monitoraggio delle proprie attività di memoria, incluso l'uso consapevole di strategie mnemoniche.

In altre parole, la Metamemoria procedurale è l'applicazione della Metamemoria durante le prestazioni della memoria e coinvolge aspetti come il monitoraggio, il controllo e la regolazione delle attività della memoria.

Cavanaugh e Perlmutter (1982) hanno fatto la distinzione secondo cui la Metamemoria dichiarativa viene valutata usando compiti che non implicano

prestazioni di memoria (diversi dal recupero del "fatto"), mentre la Metamemoria procedurale viene valutata in concomitanza con l'occorrenza dell'attività della memoria.

Flavell (1979) ha condotto anche diverse indagini con i bambini per verificare se essi avessero consapevolezza e comprendessero alcune delle componenti che governano la loro memoria e cognizione. Questo studio ha fornito prove significative sul fatto che i bambini possedevano la capacità di riflettere sui propri processi cognitivi. A seguito di tale ricerca Flavell ha definito la Metamemoria come "informazione e cognizione sul fenomeno cognitivo e concettualizzazione come informazioni del discente sulla propria cognizione".

Flavell e Wellman (1997) suggerirono che le prestazioni della memoria fossero influenzate da diverse componenti: dalle caratteristiche fisiche degli oggetti, dal compito che viene richiesto, dagli attributi personali e dalle strategie che vengono utilizzate. Essi hanno diviso le variabili della metamemoria in tre: quelle riguardanti la persona, il compito e le strategie. Le prime includevano la conoscenza di se stessi come discenti e hanno rilevato che i bambini più piccoli tendevano a sovrastimare costantemente le loro prestazioni di memoria quando veniva chiesto loro di fare una previsione sul numero di oggetti che sarebbero riusciti a memorizzare per un compito di memoria che avrebbero dovuto svolgere poco dopo. Questo dato indica come i bambini più piccoli abbiano una Metamemoria ancora poco sviluppata in confronto agli adulti che, verosimilmente, riescono a stimare le loro prestazioni in modo corretto.

Successivamente Flavell, Brown (1978) ha condotto diverse ricerche sulla Metamemoria arrivando a formulare la seguente definizione del termine: “consapevolezza e organizzazione dei processi mentali degli studenti in situazioni di apprendimento pianificato e di problem solving”. Negli stessi anni, Wellman (1978) definì la Metamemoria come “pensare al pensiero o la cognizione di una persona sulla cognizione” e affermò che la Metacognizione si verifica a seguito della valutazione individuale e all’osservazione del proprio comportamento cognitivo in un ambiente di apprendimento. Alcuni anni dopo Wellman, Swanson (1990) definì la Metamemoria come la consapevolezza delle persone riguardo alla loro capacità di monitorare, regolare e controllare le proprie attività relative alla memorizzazione e all’apprendimento.

Sebbene come abbiamo visto ci sono molte definizioni differenti del termine “Metamemoria”, tutti gli autori sono concordi su un punto, il Monitoraggio di strategie per il processo di apprendimento. Una definizione che accomuna la maggior parte degli studiosi riguarda la pianificazione individuale delle informazioni sui processi cognitivi, propri e altrui, prima di adempiere a un determinato compito, osservando il proprio pensare, apprendere e capire mentre svolgono un’attività, controllando e regolando il proprio pensiero. In sintesi, facendo riferimento a una definizione che racchiuda tutti gli aspetti precedentemente elencati potremmo affermare che la Metamemoria include non solo la consapevolezza delle proprie capacità di memoria, ma anche il



monitoraggio e il funzionamento di questi diversi processi. Poco si sa su come questi due processi si relazionano e se le loro traiettorie evolutive sono simili.

Da un punto di vista dello sviluppo, gran parte della ricerca sulla metamemoria mostra che i bambini di 4 anni hanno già una conoscenza di base del funzionamento della memoria (Justice, 1989; Wellman, 1978) e che questa conoscenza migliora significativamente durante l'infanzia: moderatamente tra i 4 e i 6 anni e poi in modo più significativo tra i 6 e i 12 anni (Antshel et al., 2008; Fritz et al., 2010; Catale et al., 2015). Recentemente alcuni autori hanno ipotizzato che alcune funzioni cognitive di alto livello possano essere coinvolte nello sviluppo della conoscenza del funzionamento della memoria (Antshel et al., 2008; Coffman et al., 2011).

È interessante però anche sottolineare che la distinzione operata tra le componenti dichiarative e procedurali implica che esse coinvolgono diversi processi e capacità sottostanti, e quindi è probabile che non si sviluppino entrambi in modo perfettamente parallelo. Per quanto riguarda lo sviluppo delle conoscenze strategiche, vi è evidenza che la conoscenza dichiarativa è facilitata dalla progressione evolutiva nell'abilità linguistica, nonché dalla capacità di ragionamento e impulsività. La metamemoriaprocedurale, d'altra parte, è stata concettualizzata come implicante processo di monitoraggio e controllo che richiedono una ricerca pianificata e coordinata, essa risulta quindi più dipendente dallo sviluppo di questi aspetti del funzionamento esecutivo e si è scoperto che si sviluppa indipendentemente dall'intelligenza generale (Fritz et al., 2010).

#### **4.1 – La Metamemoria dichiarativa**

La ricerca sulla Metamemoria dichiarativa nei bambini è stata dominata dagli studi condotti da Kreutzer e colleghi (1975). Essi hanno ideato uno strumento fondamentale per indagare questo costrutto, test che viene tutt'ora utilizzato anche se nella maggior parte delle ricerche viene applicato solo parzialmente. Si tratta di una batteria composta da 14 sotto-test che toccano una vasta gamma di aree, inclusa la conoscenza delle strategie per il recupero delle informazioni passate o la preparazione per il futuro, la consapevolezza dell'attività mentale avviata da sé, la conoscenza delle richieste dei compiti e via dicendo.

Kreutzer e colleghi (1972) testando bambini di diverse età hanno scoperto che i bambini dell'asilo erano meno abili dei bambini più grandi in molti dei compiti previsti. Ad esempio, di particolare rilevanza per gli studi attuali, hanno trovato che i bambini dell'asilo erano meno propensi a capire che:

- La memoria può decadere se le informazioni non vengono utilizzate immediatamente;
- usare una storia per ricordare gli oggetti correlati è più facile che elencare semplicemente gli articoli;
- alcune strategie possono aiutare quando si tenta di ricordare qualcosa il giorno successivo;
- l'apprendimento di nuovi nomi può interferire con la memoria per i nomi precedentemente appresi;

- alcune strategie sono utili quando si recupera il tempo di un evento passato;
- l'apprendimento consapevole è più semplice dell'apprendimento automatico (Fritz et al., 2010).

In generale, la Metamemoria dichiarativa dei bambini aumenta con l'età ed è correlata con i miglioramenti legati all'età nel comportamento della memoria, in particolare tale abilità si sviluppa in modo significativo sin dal primo periodo della scuola elementare e non raggiunge il suo apice prima della giovane età adulta. Ad esempio, la conoscenza fattuale dell'importanza delle caratteristiche del compito e delle strategie di memoria si sviluppa rapidamente una volta che i bambini entrano a scuola.

## **5 – Le Funzioni esecutive (FE)**

Il termine Funzioni Esecutive (EF) viene utilizzato genericamente per indicare le abilità coinvolte nel controllo consapevole del pensiero e delle azioni. Queste funzioni sono state chiamate “Esecutive” presumibilmente per esprimere l’idea che tengono in mano la gestione della mente e del comportamento. Possono essere definite come quelle capacità che entrano in gioco in situazioni e compiti in cui l’utilizzo di comportamenti e abilità di routine non è più sufficiente alla loro riuscita.

Con questo termine Owen (1997) si riferisce all'insieme dei processi mentali finalizzati all'elaborazione di schemi cognitivi-comportamentali adattivi in risposta a condizioni ambientali nuove ed impegnative.

Sono le abilità cognitive necessarie per programmare, mettere in atto e portare a termine con successo un comportamento finalizzato a uno scopo attraverso un insieme di azioni coordinate e strategiche. Includono processi cognitivi e di autoregolazione che consentono il monitoraggio e il controllo di pensieri e azioni, come ad esempio: l'inibizione, la pianificazione, la flessibilità attentiva, l'individuazione e la correzione di errori.

Più nel dettaglio, le Funzioni Esecutive comprendono:

- Memoria di Lavoro: capacità di attivare e mantenere attivo a livello mentale il piano e l'area di lavoro, di avere un set di riferimento mentale sul quale operare mentalmente.
- Controllo inibitorio (inhibition): già nell'età prescolare i bambini sono capaci di inibire la gratificazione immediata dei loro desideri e risposte verbali e motorie di fronte a stimoli prepotenti (Carlson, 2005). A conferma di quanto appena riportato Durston e colleghi (2002) hanno dimostrato che la maturazione del circuito ventrale fronto-striato gioca un ruolo decisivo nel controllo dell'inibizione dai 6 anni fino alla prima età adulta.
- Spostamento (set-shifting): intorno ai 4-5 anni i bambini sono in grado di cambiare in modo flessibile per utilizzare una nuova serie di regole in conflitto con

quelle usate precedentemente. La flessibilità cognitiva inizia a svilupparsi tra i 7 e i 9 anni di età e diventa relativamente matura intorno ai 12 anni (Anderson, 2002).

Il successo dei bambini in età prescolare nei compiti di shifting è stato associato con l'attivazione prefrontale inferiore (Mahy et al., 2014).

- Ragionamento sui dati e sulle informazioni rilevanti (updating)
- Strutturazione dei tempi (sequenziamento)
- Pianificazione: capacità di formulare un piano generale ed organizzare le azioni in una sequenza gerarchica della mente.

- Monitoraggio e attenzione selettiva: capacità attentiva su più stimoli

contemporaneamente e attenzione prolungata sul compito per un sufficiente periodo di tempo.

- Inibizione: capacità di focalizzare l'attenzione sui dati rilevanti ignorando i distrattori ed inibendo le risposte motorie ed emotive non adeguate o compulsive rispetto agli stimoli.

- Pensiero divergente: abilità di generare soluzioni nuove e diverse rispetto a un problema.

Queste funzioni sono tipicamente consapevoli, richiedono il dispiego di notevoli risorse cognitive e presiedono a funzioni cognitive più basilari.

Ma esattamente quando e per cosa si usano le Funzioni Esecutive?

Esse sono utilizzate in diverse occasioni, come per esempio per l'apprendimento di nuove azioni, per comportamenti nuovi che richiedono l'esecuzione di una nuova serie di azioni, per situazioni che implicano una pianificazione e la presa di decisioni, per azioni in cui è necessario correggere degli errori commessi precedentemente, per attività particolarmente difficili o in cui è necessario autoregolarsi e mantenere un determinato monitoraggio del proprio comportamento o, per finire, per azioni in cui viene richiesto di superare le proprie risposte abituali.

Attualmente il modello teorico più accreditato circa le Funzioni esecutive è quello di Miyake e collaboratori (2000). Tale modello prevede che queste siano essenzialmente composte da tre sottosistemi:

- 1. Inibizione della risposta:** capacità di inibire deliberatamente gli impulsi e le informazioni rilevanti.
- 2. Aggiornamento della Memoria di Lavoro:** abilità di mantenere in memoria informazioni per poterle manipolare (Dolan et al. 2006).
- 3. Flessibilità della risposta:** capacità di attuare comportamenti diversi in base al cambiamento di regole o del tipo di compito.

Recenti studi di neuro immagine, svolti su persone sane attraverso test neuropsicologici classici per l'esame delle Funzioni Esecutive, rilevano un'attivazione della corteccia parietale posteriore e di vari centri sottocorticali, oltre alle aree della corteccia prefrontale, le cui suddivisioni funzionali, peraltro,

rimangono tuttora di difficile individuazione, a causa della sua anatomia e delle sue funzionalità eterogenee. In particolare, gli studi mostrano come i lobi frontali siano connessi funzionalmente con: la corteccia parietale posteriore, che sembra coinvolta nella riconfigurazione delle risposte e nelle modificazioni comportamentali; i gangli basali; il cingolo anteriore, che sembra particolarmente coinvolto in situazioni di controllo di conflitti cognitivi tra stimoli ambientali o comportamenti e nella selezione di risposte agitive in caso di incertezza (Barber e Carter, 2005).

Come evidenzia lo studio condotto da Duncan (2000), è sempre necessario tenere presente che queste ipotesi di frazionamento funzionale delle aree cerebrali sono derivate da modelli statistici, mentre il nostro cervello, è costituito da neuroni capaci di adattarsi a diverse aree in modo molto flessibile. Gli studiosi delle Funzioni Esecutive, dunque, rimangono prudenti sulla loro localizzazione specifica, preferendo ritenere che esse siano implementate in circuiti distribuiti multipli, ciascuno dei quali comprende delle connessioni con qualche porzione della corteccia prefrontale.

### **5.1 - Sviluppo delle funzioni esecutive**

Le funzioni esecutive si sviluppano rapidamente negli anni della prima infanzia, ma continuano a svilupparsi nell'adolescenza e nella prima età adulta. I progressi nel controllo esecutivo si basano sullo sviluppo della corteccia prefrontale, che

analogamente matura lentamente nell'infanzia e nell'adolescenza e raggiunge la maturità nei primi anni 20 anni (Mahy et al., 2014).

Adottando una prospettiva di tipo evolutivo, ovvero, dall'infanzia all'età adulta e anziana, c'è da considerare che prima dei 9-12 anni il sistema del controllo esecutivo non può considerarsi maturo, infatti, sia i soggetti di età inferiore ai 12-15 anni, sia i soggetti più anziani, hanno, generalmente, prestazioni inferiori nel dominio esecutivo, rispetto al periodo giovanile e adulto del ciclo di vita. Studi di De Luca (2003) e di Booth e collaboratori (2004), hanno rilevato le performance migliori in questo dominio tra i 20 e i 29 anni. Nonostante questi due gruppi di ricerca prevedano spiegazioni diverse per tale riscontro sperimentale e fenomenologico, per entrambi sembra avere un ruolo rilevante la gestione strategica delle informazioni/rappresentazioni, che richiede buona capacità di working memory e di flessibilità cognitiva.

Sebbene alcuni studi evolutivi, compiuti mediante alcuni test classici per le Funzioni Esecutive, evidenzino il loro completamento a circa 12 anni di età (Dolan et al., 2006), lo sviluppo delle varie componenti segue traiettorie diverse, non sempre in modo correlato, e continua anche oltre la fascia di età compresa tra l'infanzia e la prima adolescenza; infatti, alcuni studi hanno rilevato, ad esempio, che, mentre la componente inibitoria, sembra raggiungere il suo completamento intorno ai 10 anni, le capacità di shifting e di memoria, presentano stadi di maturazione e completamento diversi: per alcuni autori, a circa 10-11 anni (Dolan et al., 2006), ma, per altri autori più recenti, non prima dei 17-20 anni (Zhan, 2011);



inoltre, processi più complessi, relativi a compiti di pianificazione non sembrano maturi prima dei 17 anni, continuando a migliorare ancora fino ai 20-21 anni e probabilmente anche oltre, nell'età giovanile-adulta. Studi di neuroimaging longitudinali evidenziano, infatti, che le diverse zone della corteccia prefrontale, in particolare le zone laterali e dorsali, come abbiamo visto, maggiormente coinvolte nell'attivazione di queste funzioni, continuano a maturare dall'infanzia fino alla tarda adolescenza e lo fanno in tempi diversificati, in modo non lineare.

Sebbene si potrebbe pensare che le Funzioni Esecutive si sviluppino in modo analogo in tutti gli esseri umani così non è: nella prima infanzia queste funzioni potrebbero essere indifferenziate ma col passare degli anni queste tendono a differenziarsi e a specializzarsi sempre di più, prendendo traiettorie differenti durante gli ultimi anni dell'infanzia (Lee et al., 2013).

Secondo la review di Anderson e colleghi (2002), una certa flessibilità cognitiva, relativa alla modificazione controllata delle risposte su feedback ambientali in prove semplici, è presente già nel periodo della Scuola dell'Infanzia (3-5 anni), ma poi il suo sviluppo continua, con un andamento progressivo, che permette di gestire regole e situazioni sempre più complesse. Sembrano esserci dei picchi incrementali critici intorno ai 7 anni, ai 9 anni e poi nell'adolescenza. Anche la capacità inibitoria-attentiva, nelle sue componenti motorie e istintive, è già presente dai 3 anni, tuttavia migliora progressivamente nella fascia di età seguente, con un picco di miglioramento intorno ai 6-7 anni di età e un altro

intorno ai 9 anni, rendendo i bambini sempre più capaci di autoregolare le loro azioni.

Altri studi, evidenziano uno sviluppo pressoché completo della capacità inibitoria già a 8 anni, tuttavia, sembra essere stata rilevata una certa involuzione di questo dominio con l'ingresso nella prima adolescenza (11-12 anni), probabilmente, in corrispondenza ai cambiamenti ormonali intervenienti. Nel periodo corrispondente alla Scuola Primaria (7-10 anni), si registrano progressi rilevanti nell'elaborazione di concetti, nella pianificazione e nella capacità organizzativa. Il progresso in questi domini prosegue gradualmente nell'adolescenza, con una caduta riscontrata nel periodo dei 12-13 anni, riconducibile, per il contesto italiano, alla classe seconda secondaria di primo grado.

Secondo Groissier e colleghi (1991), verso i 6 anni, alcune strategie di organizzazione e di pianificazione semplice sono già raggiunte, così come in alcuni compiti di switch attentivo, i bambini sembrano raggiungere livelli simili a quelli adulti già verso i 7-10 anni.

Uno studio italiano piuttosto recente (Marzocchi e Valagussa, 2011), effettuato su un campione di bambini dai 7 ai 14 anni, utilizzando prove ecologiche e maggiormente in grado di rilevare componenti multi-componenziali interagenti delle FE (cognitive ed emotive), evidenzia sempre la fascia 8-13 come critica per lo sviluppo delle capacità strategiche, di pianificazione e di decision making; lo studio, inoltre, individua tre fasce di sviluppo:

- a. Dagli 8 ai 9 anni
- b. Dai 10 agli 11 anni
- c. Dai 12 ai 13 anni.

Come indicano gli autori, questo è anche uno dei pochi studi in cui si sono riscontrate differenze di genere nella misurazione delle FE: le bambine hanno ottenuto risultati migliori nelle prove che richiedono capacità di pianificazione e di gestione strategica.

Per riassumere in maniera più schematica quanto detto fino ad ora sullo sviluppo delle Funzioni esecutive è opportuno dividerle per tappe di sviluppo:

#### Sviluppo delle funzioni esecutive nel periodo neonatale.

Lo sviluppo delle Funzioni Esecutive basilari sembra partire già dall'età neonatale. A 12 settimane di vita il bambino è già in grado di conservare il ricordo della struttura dell'obiettivo di un evento di cui è stato protagonista per riutilizzarlo in situazioni analoghe. A partire dai 7-8 mesi, i bambini iniziano a manifestare i primi segni di memoria di lavoro e di controllo inibitorio.

#### Sviluppo delle Funzioni esecutive nell'età prescolare

Studi neuroanatomici e studi di psicologia dello sviluppo evidenziano come alcune attivazioni prefrontali, riconducibili ai domini delle FE, siano rilevabili precocemente, già durante il primo anno di vita, tuttavia, negli anni recenti, una maggiore concentrazione di studi evolutivi ha preso particolarmente in

considerazione la fascia scolare e prescolare, durante la quale sembra evidenziarsi uno sviluppo critico delle FE.

Nel periodo prescolare (3-6 anni), si rileva prevalentemente un significativo aumento:

- della capacità inibitoria e del controllo attentivo,
- della generazione di concetti e di strategie, della flessibilità cognitiva,
- della memoria di lavoro, quindi, il primo emergere di alcuni comportamenti pianificatori finalizzati ad obiettivi.

Tra i 3 e i 5 anni il bambino riesce in compiti che richiedono di mantenere un'informazione nella mente e contemporaneamente la capacità di inibizione.

Tra i 3 e i 4 anni si sviluppa la capacità di generare concetti; tra i 3 e i 5 anni invece matura il controllo attentivo e si ha un miglioramento nella flessibilità cognitiva e nella capacità di formulare strategie.

A partire dai 5 anni si ha un incremento nella Memoria di lavoro e quindi nella capacità di conservare temporaneamente e di manipolare informazioni.

In questa fase, i bambini mostrano miglioramenti nella capacità di prendere decisioni in situazioni in cui entrano in gioco punizioni e gratificazioni.

#### Sviluppo delle Funzioni esecutive nell'età scolare.

Durante il periodo scolare (6-14 anni), matura progressivamente:

- la flessibilità cognitiva, che sembra raggiunge livelli simili a quelli misurati negli adulti, intorno ai 10 anni;
- il controllo inibitorio e attentivo, anche con il correlato incremento della Memoria di Lavoro, che presenta un picco critico di miglioramento tra gli 8 e gli 11 anni; in particolare, alcuni studi, evidenziano uno sviluppo decisivo della capacità inibitoria intorno agli 8 anni;
- l'abilità di pianificazione e di gestione efficiente della memoria di lavoro, che, intorno ai 12 anni, quindi con l'entrata nella prima adolescenza, presenta un successivo picco incrementale. Nello specifico si riscontrano notevoli progressi nella velocità di esecuzione, nell'abilità di uso di strategie, nella capacità di mantenere le informazioni nella mente e di lavorare con esse;
- La sensibilità ai feedback nel problem-solving, nella formulazione dei concetti e nel controllo dell'impulsività (7-12 anni).

In tale periodo inoltre si rileva un netto miglioramento nella capacità di comprendere le emozioni, le intenzioni, le credenze e i desideri proprie e altrui.

#### Sviluppo delle Funzioni Esecutive in adolescenze

Tra i 13 e i 15 anni si assiste ad un incremento delle strategie di memoria, nell'efficienza di essa, nella pianificazione del tempo, nel problem solving e nella ricerca di ipotesi.

A 12 anni maturano inoltre la fluency verbale e la capacità di pianificare sequenze motorie complesse.

A 15 anni si verifica un miglioramento per qual che riguarda il controllo attentivo e la velocità di processamento oltre che la maturazione nel controllo inibitorio.

Tra i 16 e i 19 anni si manifesta un progresso nella memoria di lavoro, nel problem solving, nella pianificazione strategica, nell'abilità di prendere decisioni in presenza di ricompense e perdite.

## **6 – Relazione tra Metamemoria e Funzioni esecutive**

Sebbene, la relazione tra la conoscenza del funzionamento della memoria (Metamemoria) e le Funzioni esecutive sia ancora relativamente inesplorata, secondo alcune ricerche sembrerebbe esistere una relazione tra le due funzioni. Le ricerche passate su Metamemoria e Funzioni esecutive hanno seguito percorsi e tradizioni piuttosto diverse, ma studi più recenti mostrano interessanti parallelismi tra i due costrutti. Sia gli studi comportamentali che quelli di neuroimaging cerebrale suggeriscono che i giudizi di Metamemoria e il funzionamento esecutivo sono basati su meccanismi cognitivi e neuronali simili, in particolare sembrano essere collegati alla corteccia prefrontale mediale.

Benson e colleghi nel 2013 hanno postulato che alcuni processi associati alle Funzioni Esecutive potrebbero avere un ruolo fondamentale nell'apprendimento dall'esperienza ambientale. In particolare, le Funzioni Esecutive consentono alle persone di identificare le variabili e le situazioni rilevanti, di notare discrepanze tra aspettative e risultati (ad es. Monitoraggio degli errori); e di aggiornare in modo

flessibile la conoscenza precedente basata su nuove prove. In breve, sembrerebbe che lo sviluppo della metamemoria dipenda dalla capacità esecutiva di cogliere le informazioni rilevanti dall'esperienza ambientale e quindi di aggiornare il repertorio di Metamemoria eliminando credenze obsolete quando necessario.

## **CAPITOLO 2 – STUDIO ATTUALE**

### **1 – Introduzione alla ricerca**

Analizzando la letteratura precedente inerente la Memoria di Lavoro, la Metamemoria dichiarativa e le Funzioni esecutive ci siamo rese conto che, sebbene questi singoli elementi siano ben studiati ed approfonditi, le ricerche che hanno cercato di indagare l'esistenza di una relazione tra questi elementi è molto esigua. Per questa ragione abbiamo deciso di provare ad indagare congiuntamente questi tre aspetti della memoria.

Inoltre, l'importanza di questi tre elementi della memoria, come abbiamo già detto in precedenza, risulta essere associata anche al livello di apprendimento in età scolare. un deficit in una di queste aree potrebbe compromettere in maniera più o meno marcata l'apprendimento di nuove nozioni o strategie utili ad affrontare eventi di vita futuri.

(Flavell et al., 1975,1979; Anderson, 2002; Banich, 2009; Best et al., 2010; Bull et al., 2010; Harrington, 2012).

Partendo da queste premesse, lo scopo del nostro studio era quello di valutare e analizzare lo sviluppo delle Funzioni Esecutive, della Memoria di lavoro e della Metamemoria nei bambini di età scolare. in particolare, abbiamo preso in esame bambini di Terza, Quarta e Quinta Elementare poiché, dalla ricerca precedente



quest'età era stata identificata come quella di maggiori cambiamenti per quanto riguarda i costrutti che volevamo indagare (Groissier et al., 1991; Anderson et al., 2002; Forssberg et al., 2002; Dolan et al., 2006; Antshel et al., 2008; Fritz et al., 2010; Marzocchi e Valagussa, 2011; Lee et al., 2013; Catale et al., 2015). Ci interessava inoltre andare a vedere se, ed eventualmente come, questi aspetti si integrassero o correlassero tra loro.

Per indagare le aree di nostro interesse abbiamo fatto ricorso a diversi strumenti: per valutare la Memoria a breve termine verbale abbiamo fatto ricorso allo Span di cifre diretto mentre per la Memoria di Lavoro abbiamo utilizzato lo Span di cifre indiretto.

Abbiamo impiegato il Compito di inibizione Go/No-Go per le Funzioni esecutive (Bohlin et al. 2004) e una versione ridotta del Compito di Kreutzer per la valutazione della Metamemoria dichiarativa (Kreutzer et al., 1975; Caponi e Cornoldi, 1989).

Infine, abbiamo utilizzato una prova di abilità verbali e non verbali (Thurstone, 1938), per valutare le abilità linguistiche e spaziali dei bambini che hanno preso parte allo studio.

Alla luce della letteratura precedente abbiamo ipotizzato che l'età fosse un fattore determinante per tutti e tre gli aspetti che volevamo indagare (Memoria di Lavoro, Metamemoria e Funzioni esecutive), in quanto, come abbiamo già sottolineato precedentemente, le ricerche mostrano che l'età in cui c'è un maggiore sviluppo

sotto questo punto di vista è proprio l'età scolare. Sulla base di ciò, ci aspettavamo di trovare un significativo miglioramento in tutte le aree all'aumentare dell'età dei bambini e quindi della classe frequentata.

Inoltre, viste le ricerche precedenti sull'argomento, ipotizzavamo di trovare una correlazione significativa tra le aree prese in esame in quanto, Memoria di lavoro, Metamemoria e Funzioni esecutive sono strettamente interconnesse; specialmente la Memoria di Lavoro e le Funzioni esecutive, poiché la prima risulta essere una sottocomponente della seconda (Miyake, 2000; Cornoldi, 2011).

Infine, vista la letteratura precedente (Fritz et al., 2010) ci aspettavamo di trovare una correlazione tra l'abilità linguistica e la capacità di ragionamento dei bambini e la Metamemoria dichiarativa.

## **2 – Metodo**

### **2.1 – Partecipanti**

Allo studio hanno partecipato 41 bambini di età compresa tra 7.5 e 11.5 anni ( $M = 9.69$ ;  $DS = 1.01$ ). Tutti i partecipanti, al momento della raccolta dati, frequentavano le classi Terza, Quarta e Quinta della Scuola Primaria. Le scuole prese in considerazione per l'esperimento erano tutte collocate nella regione Lombardia, nella provincia di Bergamo. I bambini di Terza elementare avevano un'età minima di 7.92 anni e massima di 10.18 ( $M = 8.67$ ;  $DS = 0.38$ ), quelli di Quarta avevano un'età compresa tra 8.90 e 10.23 anni ( $M = 9.73$ ;  $DS = 0.33$ ), i

ragazzi di Quinta elementare avevano un'età che variava da 10.04 a 11.58 anni ( $M = 10.69$ ;  $DS = 0.34$ ).

I partecipanti erano di Nazionalità sia italiana che straniera ma tutti avevano una buona, o comunque sufficiente, fluency verbale della lingua italiana da consentirgli di partecipare alla raccolta dati. Sia i genitori che i bambini hanno dovuto firmare un consenso scritto per poter prendere parte al corrente studio. Anche le scuole e le insegnanti hanno dovuto dare la loro disponibilità a svolgere i test durante le ore di lezione canoniche.

## **2.2 – Strumenti e procedure**

Per lo studio attuale abbiamo fatto ricorso a diversi test:

1. Span di cifre Diretto (Memoria a breve termine) e Indiretto (Memoria di Lavoro)
2. Compito di inibizione: Go/No-Go (Funzioni Esecutive)
3. Prova di abilità verbale
4. Test di ragionamento Spaziale
5. Compito di metamemoria di Kreutzer

## **2.2 (1) - Span di cifre diretto e indiretto (Memoria di lavoro)**

La ripetizione immediata di cifre in avanti (Span diretto) è una prova classica per misurare il magazzino passivo di Memoria di lavoro mentre lo span indiretto serve a valutare il magazzino attivo della Memoria di Lavoro; per questa ragione, per misurare le abilità della Memoria di Lavoro dei soggetti abbiamo fatto ricorso allo "Span di cifre".

Questo strumento si compone di due parti separate:

**1. Span di cifre diretto:** l'esaminatore legge una sequenza numerica (un numero al secondo) e il soggetto deve ripetere le cifre nello stesso ordine in cui gli sono appena state lette (esempio: 1 2 3 => 1 2 3). Per far comprendere all'esaminato il compito, lo sperimentatore deve pronunciare le seguenti parole: "Adesso ti dirò dei numeri, che tu dovrai ripetere nello stesso ordine con cui li ho letti io; stai bene attento perché non te li potrò ripetere una seconda volta"

**2. Span di cifre indiretto:** l'esaminatore legge una sequenza numerica (un numero al secondo) e il soggetto deve ripetere le cifre nell'ordine contrario rispetto a quello in cui gli sono state lette (esempio: 1 2 3 => 3 2 1).

Lo sperimentatore fa una prova preliminare con numeri diversi, per accertarsi che il soggetto abbia ben compreso le consegne. Quindi inizia il test leggendo i numeri della prima stringa (uno al secondo) proseguendo con le stringe successive.

In entrambi i casi lo sperimentatore parte con una sequenza numerica breve (3 numeri nello Span di cifre diretto e 2 nello Span di cifre indiretto), una volta che il

soggetto ripete correttamente la sequenza si passa a quella successiva. Ogni due sequenze corrette per uno stesso numero di cifre l'esaminatore aggiunge una cifra, aumentando così gradualmente la difficoltà del compito. Il test si conclude quando il partecipante sotto esame sbaglia per due volte di seguito le sequenze che dovrebbe memorizzare.

Per quanto riguarda lo scoring, il punteggio totale della prova è dato dalla lunghezza massima delle stringhe che sono contenute in una serie della stessa lunghezza e che il soggetto ha ripetuto correttamente almeno due volte su tre.

Si calcolano due distinti punteggi totali: uno per lo span diretto e uno per quello inverso.

## **2.2 (2) – Compito di inibizione: Go-No-Go (Funzioni Esecutive)**

Per la valutazione delle Funzioni esecutive, nello specifico la capacità di inibizione davanti a un dato stimolo, abbiamo somministrato ai partecipanti un compito computerizzato "Go/No-Go" (Bohlin et al. 2004). Il compito consiste nella presentazione di una serie di Stimoli Go e No-Go presentati casualmente al centro dello schermo di un computer. L'attività richiede una risposta agli stimoli Go e l'inibizione della risposta di fronte agli stimoli No-Go.

Il test prevedeva quindi che i bambini premessero la barra spaziatrice della tastiera il più velocemente possibile ogni qual volta compariva sullo schermo una pallina di colore giallo (stimolo Go). Viceversa, ogni volta che sul desktop appariva

una pallina di colore blu (stimolo No-Go) non dovevano premere nessun tasto, inibendo così la risposta.

Lo stimolo, che rimaneva visibile per circa 500 ms, era preceduto da una croce di fissazione (250 ms) e susseguito da un intervallo casuale compreso tra 2550 e 2783 ms (Bohlin et al. 2004). Gli stimoli che venivano presentati erano in totale 70, suddivisi nel seguente modo: 52 stimoli “Go” e 18 stimoli “No-Go”.

Le prestazioni sono state valutate tramite il numero di errori di commissione (cioè, dando una risposta ad uno stimolo No-Go) ed errori di omissione (cioè, non rispondendo a uno stimolo Go). Gli errori di commissione sono considerati una misura diretta del controllo inibitorio, mentre gli errori di omissione rappresentano una disattenzione durante l'attività.

### **2.2 (3) – Prova di abilità verbale**

Per valutare le abilità verbali abbiamo utilizzato il test “Significato verbale”, un compito carta e matita. Si tratta di un sub-test che fa parte del test di intelligenza di Thurstone & Thurstone (1981) e che mira a indagare le abilità mentali primarie del bambino (“PMA – Primary Mental Ability). Questo test serve per valutare quanto bene i partecipanti conoscono il significato di diverse parole. La prova si componeva di 30 item. Per ogni parola della quale dovevano trovare il sinonimo avevano quattro alternative possibili, per dare la risposta corretta dovevano segnare la lettera corrispondente alla parola ritenuta di uguale significato rispetto

al target (esempio: DONO. Le quattro alternative possibili erano: a) carattere, b) angolo, c) trucco, d) regalo. I bambini dovevano porre una X sulla "d").

Ai bambini sono stati prima mostrati quattro esempi di parole, delle quali hanno dovuto identificare un sinonimo tra i quattro proposti dal testo; questi esempi sono stati risolti insieme per spiegare in cosa consisteva la prova e come dovevano fare per marcare la risposta che ritenevano essere quella corretta. Una volta finiti gli esempi è stato detto ai partecipanti che avrebbero potuto cominciare una volta che fosse stato dato loro il segnale. Ci siamo raccomandati di lavorare velocemente ma di cercare di non commettere errori. Abbiamo inoltre sottolineato di non sprecare tempo sulle parole in cui erano in dubbio ma di segnare quella che reputavano più corretta e di proseguire con la prova.

Per la valutazione della prova di comprensione verbale sono stati attribuiti i seguenti punteggi: un punto per ogni risposta corretta, zero punti per le risposte omesse o errate.

Di conseguenza, il punteggio ottenuto al test corrispondeva al numero di sinonimi individuati correttamente dal partecipante.

Questo test è stato somministrato in aula a tutti i bambini appartenenti alla stessa sezione contemporaneamente.

## **2.2 (4) – Test di Ragionamento Spaziale**

Ai bambini è stato somministrato il test carta e matita “Relazioni Spaziali”. Tale test ha lo scopo di vedere se i soggetti riconoscono e riescono a ruotare mentalmente forme geometriche. Si tratta di un sub-test che fa parte del test di intelligenza di Thurstone (1938) e che mira a indagare le abilità mentali primarie del bambino (“PMA – Primary Mental Ability”).

Il test si componeva di 25 item; ogni item rappresentava una figura geometrica che era da completare con una delle quattro figure riportate a fianco cercando di comporre un quadrato. Per segnare la risposta corretta era sufficiente apporre una “X” sulla lettera corrispondente alla figura che si riteneva corretta. Ai bambini sono stati mostrati precedentemente tre esempi del compito che sono stati risolti in collaborazione con lo sperimentatore, cosicché capissero esattamente come andava risolto il test. Prima della somministrazione abbiamo detto ai partecipanti che avrebbero avuto un tempo limitato (6 minuti) per risolvere i quesiti seguenti, di conseguenza ci siamo raccomandati di svolgere le prove il più velocemente possibile e contemporaneamente di cercare di non commettere errori. Abbiamo anche sottolineato che in caso di incertezza era opportuno non perdere tempo fissandosi su uno specifico item ma che potevano segnare la risposta che ritenevano più corretta e proseguire con quella seguente.

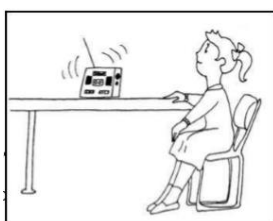


## **2.2 (5) – Compito di metamemoria (Kreutzer)**

Per valutare la Metamemoria dichiarativa, abbiamo utilizzato alcuni item tratti dal Questionario di Metamemoria. di Kreutzer et al. (1975), e successivamente rivisitato in lingua italiana da Caponi e Cornoldi (1989).

Il compito consisteva nella presentazione di quattro scenette, composto sia da un'immagine che da un testo. L'esaminatore introduceva il compito dicendo: "Ora ti presenterò delle scenette e dopo ogni scenetta ti farò delle domande, nelle quali tu dovrai rispondere dicendomi quello che ti viene in mente. Non ti preoccupare perché non ci sono risposte né giuste né sbagliate".

Nella seguente sezione verranno presentati i singoli item utilizzati dal test di metamemoria dichiarativa di Kreutzer et al. (1975). Le Figure 6, 7, 8 e 9 sono state utilizzate per aiutare i bambini a comprendere la situazione illustrata. Le figure sono state adattate da Cornoldi e Caponi (1991).



Questa bambina sta ascoltando il disco di una storia. La maestra le ha detto che poteva ascoltarla quante volte voleva, in modo da poterla raccontare alla maestra più tardi.

Prima di ascoltarla la bambina ha rivolto una domanda alla maestra: “Devo poi raccontarla parola per parola, come è nel disco oppure posso raccontarla con parole mie?”

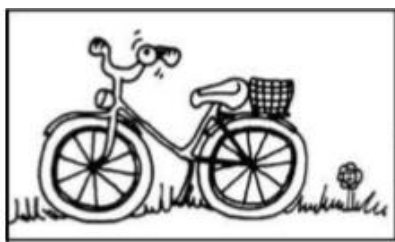
▲ Secondo te perché la bambina ha fatto questa domanda?

▲ Se la maestra le avesse detto di impararla parola per parola, secondo te, cosa avrebbe fatto?

▲ Sarebbe più facile raccontarla parola per parola, oppure con parole proprie?

▲ Perché?

**Preparazione di un oggetto (2):**



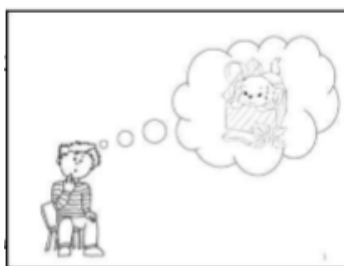
**Figura 7: Preparazione di un oggetto**

Pensa che domani dopo scuola dovrai andare a fare un giro in bicicletta con i tuoi amici.

Quindi devi essere sicuro di portare a scuola la bicicletta.

▲ Come potresti fare per essere veramente sicuro di ricordarti di portare la bicicletta a scuola, domani mattina? A quanti modi diversi puoi pensare?

### Recupero di un evento (3):



**Figura 8: recupero di un evento**

Immagina di avere un amico che ha un cane. Gli chiedi quando l'ha preso. Ti dice che l'ha preso quando era un cucciolo e che gliel'hanno regalato per Natale, ma non si ricorda di quale anno.

▲ Che cosa potrebbe fare per ricordarsi l'anno in cui gli hanno regalato il cane?

### Piano di studio (4):



**Figura 9: piano di studio**

Ora facciamo finta che io ti chieda di ricordare bene queste figure. Puoi farci quello che vuoi, spostarle come ti pare. Avresti tre minuti di tempo per osservarle bene e studiarle, poi le metterei via e ti chiederei quali hai imparato.

▲ Che cosa faresti per imparare queste figure?

Per lo scoring dei risultati abbiamo proceduto nel seguente modo:

1. Parafrasi di memoria: il punteggio andava da un minimo di 0 a un massimo di 6 punti, che venivano attribuiti facendo una somma cumulativa. I punteggi sono stati suddivisi nel seguente modo, tenendo presente che la prima domanda (“Secondo te perché la bambina ha fatto questa domanda”) è stata eliminata perché viene considerata ripetitiva rispetto alle domande seguenti (si veda per esempio Geurten et al., 2016):

- 0-3 punti per la domanda 2 => veniva assegnato 1 punto per ognuna

delle 3 categorie seguenti di risposta:

- Ripetizione (es. ripetere più volte) = 1 punto

- Ascoltare attentamente = 1 punto

- Prendere appunti = 1 punto

- 0-1 punti per la domanda 3 => i punti venivano assegnati nel seguente modo:

- Parole proprie = 1 punto

- Parola per parola = 0 punti

- 0-2 punti per la domanda 4 => attribuiti nel seguente modo:

- Parole per parola (es. ripetere/ascoltare attentamente) = 1 punto

- Parole proprie (es. ricordarsi elementi chiave) = 1 punto

**2. Preparazione di un oggetto:** il punteggio veniva attribuito stando in un range che va da 0 a 4. Anche in questo caso si tratta di un'attribuzione cumulativa delle risposte date:

- Manipolazione dell'oggetto (es. mettere la bici davanti alla porta) = 1 punto
- Scrivere una nota (es. scrivere su un foglio, una mano, etc.) = 1 punto
- Chiedere aiuto esterno (es. chiedere alla mamma, al papà, etc.) = 1 punto
- Aiuto interno (es. pensare alla bici) = 1 punto

**3. Recupero di un evento:** il punteggio andava da un minimo di 0 a un massimo di 4 punti e l'attribuzione del punteggio era su base cumulativa:

- Documenti (es. cercare un biglietto, un video, un documento) = 1 punto
- Chiedere aiuto esterno (es. chiedere alla mamma, al canile) = 1 punto
- Aiuto interno (es. pensare a quell'evento, a qualcosa che è successo quel Natale o ad altri regali ricevuti quel giorno) = 1 punto
- Calcolo matematico (es. pensare all'età del cane o del bambino e fare i calcoli) = 1 punto

**4. Piano di studio:** il punteggio veniva attribuito su una scala che andava da 0 a 4.

A differenza delle scenette precedenti, in questo caso il punteggio non veniva assegnato in modo cumulativo, quindi è stato attribuito il punteggio corrispondente al livello più alto di risposta.

- Ripetizione e/o osservazione non sistematica (es. ripetere, osservare, scrivere) = 1 punto
- Categorizzazione funzionale/storia (es. calzino va col piede) = 2 punti
- Categorizzazione semantica (es. cibo, parti del corpo, abbigliamento) = 3 punti
- Categorizzazione semantica + ripetizione (es. raggruppo i cibi, le parti del corpo l'abbigliamento e poi li ripeto) = 4 punti

## **2.2 (6) – Procedura sperimentale comune a tutte le Prove**

Tutte le prove sopra elencate e spiegate, eccezion fatta per la Prova di abilità verbale e il Test di ragionamento spaziale, sono state somministrate ai bambini individualmente, in un'aula chiusa e silenziosa cosicché non potessero essere distratti da rumori o movimenti esterni. All'interno dell'aula oltre al partecipante e allo sperimentatore non era presente nessun'altro.

Le altre due prove invece sono state somministrate all'intero gruppo classe contemporaneamente e nella stessa aula, assicurandoci comunque che ci fosse il massimo silenzio e tranquillità.

Tutte le prove sono state spiegate chiaramente e prima della somministrazione ci siamo sempre assicurati che la consegna fosse stata compresa correttamente e interamente da ogni bambino.

### **3 – Risultati**

Abbiamo condotto un'Analisi Multivariata della Varianza (MANOVA) per confrontare le performance nei vari compiti tra le diverse classi (Terza, Quarta e Quinti elementare).

Dall'analisi è emerso l'effetto significativo dell'età indicando una differenza significativa tra i tre gruppi di età:  $F(22, 258) = 1.75, p = .02, \eta^2p = .13$ . Di seguito verranno presentate le Medie (M) e le Deviazioni standard (DS) nelle singole misure e i confronti tra i tre gruppi di età nelle singole misure incluse nella MANOVA.

#### **3.1 - Span di cifre diretto e indiretto**

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 1: medie e deviazioni standard nel compito di span di cifre diretto.

<b>SPAN DIRETTO</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	4.80	0.11
4	5.05	0.14
5	4.97	0.16

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 2: medie e deviazioni standard nel compito di span di cifre indiretto

SPAN INDIRETTO		
Classe	Media	Deviazione standard
3	3.26	0.12
4	3.32	0.15
5	3.44	0.16

Dai risultati non sono emerse differenze significative ( $p = .38$ ) tra i tre gruppi di età nella prova di Span diretto (Tabella 1).

Analogamente, non emergono differenze significative ( $p = .65$ ) per quanto riguarda la prova di Span di cifre indiretto anche se sembrerebbe esserci un lieve miglioramento all'aumentare dell'età e delle classi. (Tabella 2).

### **3.2 - Compito di inibizione Go/No-Go**

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 3: medie e deviazioni standard nel compito Go/No-Go

ACCURATEZZA NEL COMPITO GO-NOGO		
Classe	Media	Deviazione standard
3	0.97	0.01
4	0.95	0.01
5	0.97	0.01

La Tabella 3 fa riferimento all'accuratezza nel compito Go/No-Go, ovvero alla proporzione di risposte corrette ottenute dal bambino. Procedendo al confronto tra classi, non emergono differenze significative ( $p > .05$ ).



Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 4: medie e deviazioni standard nel compito di Inibizione.

<b>INIBIZIONE</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	0.12	0.02
4	0.13	0.02
5	0.11	0.02

Nella Tabella 4 vengono riportate le medie ottenute nel compito di inibizione, ovvero la proporzione di errori di inibizione commessi. Più nello specifico, si tratta di quante volte i bambini hanno erroneamente premuto quando compariva la pallina di colore blu.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti nel compito di inibizione, non è emersa nessuna differenza significativa tra le classi ( $p > .05$ ).

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 5: medie e deviazioni standard nel compito di disattenzione.

<b>DISATTENZIONE</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	0.03	0.01
4	0.05	0.01
5	0.03	0.01

Nella Tabella 5 sono indicati i valori ottenuti dai bambini nel compito Go/No-Go in riferimento alla disattenzione, ovvero la proporzione di volte in cui non hanno premuto quando appariva la pallina di colore giallo.

Durante il confronto tra le classi non è emersa nessuna differenza significativa. È però interessante sottolineare che abbiamo riscontrato una leggera differenza, anche se non statisticamente significativa, tra la classe Terza e Quarta ( $p = 0.09$ ). In particolare, i bambini di Quarta sembrano essere più disattenti dei bambini di Terza.

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 6: medie e deviazioni standard nei tempi di reazione agli stimoli Go.

TEMPI DI REAZIONE AGLI STIMOLI GO		
Classe	Media	Deviazione standard
3	491.94	6.61
4	477.05	8.38
5	476.38	9.21

In Tabella 6 sono riportate le medie relative ai tempi di reazione allo stimolo, ovvero il tempo intercorso tra la comparsa dello stimolo Go e il tempo in cui i bambini hanno premuto la barra spaziatrice.

Circa i tempi di reazione agli stimoli non sono state trovate differenze significative tra i risultati ottenuti dalle tre classi prese in esame ( $p > .05$ ).

### **3.3 – Prova di abilità verbale (PMA-SV)**

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 7: medie e deviazioni standard nella prova di abilità verbale (PMA\_SV)

<b>PROVA DI ABILITÀ VERBALE (PMA-SV)</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	25.96	0.40
4	26.07	0.51
5	28.50	0.56

Per quanto concerne il compito di abilità verbale (Primary Mental Ability – Significato Verbale) che fa riferimento ad una sotto-scala del test di intelligenza proposta da Thurstone e Thurstone (1981), sono emerse differenze significative tra le classi:  $F(138, 2) = 7.62, p < .05, \eta^2 p = 0.10.$

Come emerge dalla Tabella 7, i risultati della Prova di comprensione verbale crescono all'avanzare delle classi. Nello specifico sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra la classe Terza e Quinta ( $p < 0.01$ ) e tra la classe Quarta e Quinta ( $p < 0.01$ ). Al contrario, non sono emerse differenze significative tra la classe Terza e la Quarta ( $p = .86$ ).

### **3.4 - Prova di abilità di Ragionamento spaziale (PMA-RS)**

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 8: medie e deviazioni standard nella prova di abilità di ragionamento-spaziale.

<b>PROVA DI ABILITA' RAGIONAMENTO-SPAZIALE (PMA-RS)</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	11.05	0.50
4	12.29	0.63
5	13.15	0.69

Per quanto concerne il compito di abilità di Ragionamento Spaziale (Primary Mental Ability - Ragionamento spaziale) che fa riferimento ad una sottoscala del test di intelligenza proposta da Thurstone, sono emerse differenze significative tra le classi:  $F(138,2) = 3.28$ ,  $p = .04$ ,  $\eta^2 p = 0.05$ .

Come emerge dalla Tabella 8, all'aumentare del livello di classe aumenta il punteggio ottenuto dai bambini. In particolare, è stata riscontrata una differenza significativa nei risultati delle classi Terza e Quinta ( $p = .02$ ).

Nello specifico, i bambini di Terza elementare hanno ottenuto punteggi significativamente inferiori rispetto a quelli di Quinta. Non sono state trovate differenze rilevanti tra le classi Terza e Quarta ( $p = .12$ ) e Quarta e Quinta ( $p = .36$ ).

### **3.5 - Prove di Metamemoria**

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 9: medie e deviazioni standard nella prova di metamemoria totale.

<b>PROVA DI METAMEMORIA – TOTALE</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	7.46	0.23
4	8.39	0.30
5	8.77	0.33

Prendendo in esame il risultato emerso complessivamente nelle prove di Metamemoria sopra riportate, emerge che ci sono differenze significative tra le diverse classi:  $F(138,2) = 6,33$ ;  $p = 0.00$ ;  $\eta^2 p = 0.08$ .

In particolare, emerge che i punteggi tendono a crescere più si sale di classe. Nello specifico sono state trovate differenze significati nei risultati ottenuti dai bambini di Terza e di Quarta elementare ( $p = .01$ ) e tra quelli di Terza e Quinta ( $p < 0.01$ ). In entrambi i casi le Terze hanno totalizzato un punteggio inferiore rispetto alle altre due classi.

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 10: medie e deviazioni standard nella prova di metamemoria – parafrasi.

PROVA DI METAMEMORIA – PARAFRASI		
Classe	Media	Deviazione standard
3	2.89	0.11
4	3.05	0.13
5	3.21	0.15

Come si evince dalla Tabella 10, nella prima prova di Metamemoria (Parafraresi), i bambini ottengono punteggi crescenti al crescere dell'età, anche se dall'analisi statistica non emergono differenze significative tra i gruppi ( $p = .22$ ).

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 11: medie e deviazioni standard nella prova di metamemoria – preparazione dell'oggetto.

PROVA DI METAMEMORIA – PREPARAZIONE DELL'OGGETTO		
Classe	Media	Deviazione standard
3	1.65	0.09
4	1.83	0.11
5	2.06	0.12

Nella prova di Metamemoria che fa riferimento alla preparazione di un'oggetto (es. nel nostro caso la bici), emergono differenze significative tra le classi:  $F(138,2) = 3,79$ ;  $p = 0,03$ ;  $\eta^2 p = 0,05$ .

Osservando la Tabella 11 si può notare che anche in questo caso, come nel precedente (Tabella 10), più aumenta il livello della classe maggiore è il punteggio. Nello specifico è stata trovata una differenza significativa tra la classe Terza e la Quinta ( $p = .01$ ). in questo caso le Terze hanno ottenuto un punteggio decisamente

più basso rispetto alle Quinte. Non è emerse invece una differenza nel confronto tra le Terze e le Quarte ( $p = .21$ ) e le Quarte e le Quinte ( $p = .16$ ).

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 12: medie e deviazioni standard nella prova di metamemoria – recupero di un evento.

<b>PROVA DI METAMEMORIA – RECUPERO DI UN EVENTO</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	1.49	0.09
4	1.51	0.11
5	1.68	0.12

Nella sezione “Recupero di un evento” (Tabella 12), si ottengono risultati analoghi a quelli ottenuti nelle prime due prove di Metamemoria (Tabella 10, 11). In questo caso però, confrontando singolarmente le classi, non sono emerse differenze significative.

Tabella SEQ Tabella \\* ARABIC 13: medie e deviazioni standard nella prova di metamemoria – piano di studio

<b>PROVA DI METAMEMORIA – PIANO DI STUDIO</b>		
<b>Classe</b>	<b>Media</b>	<b>Deviazione standard</b>
3	1.42	0.11
4	2.00	0.14
5	1.82	0.16

Per quanto riguarda la prova di Metamemoria inerente la pianificazione di un piano di studio, sono emerse differenze significative tra le diverse classi prese in esame:  $F(138,2) = 5,43$ ;  $p = .01$ ;  $\eta^2 p = .07$ .

Nella quarta prova di metamemoria, quella riguardante la pianificazione di una strategia di studio (Tabella 13), sono emerse differenze significative tra le classi Terza e Quarta ( $p = 0.00$ ) e tra

le Terze e le Quinte ( $p = 0.04$ ). I bambini che frequentano la classe Terza hanno ottenuto, in entrambi i casi, punteggi nettamente inferiori rispetto ai loro compagni di Quarta e di Quinta elementare.

### **3.6 – La relazione tra Funzioni esecutive, Memoria di lavoro e Metamemoria**

Per esaminare la relazione tra i vari processi cognitivi presi in esame abbiamo condotto un'analisi di correlazione (si veda Tabella 15). Dai Risultati sono emersi i seguenti dati:

- L'età correla positivamente con la Prova di abilità verbale, la Prova di abilità nelle relazioni spaziali, la Prova di metamemoria totale e la Prova di Metamemoria per la preparazione di un oggetto e il piano di studio. Questo indica che tutte queste abilità tendono ad aumentare con l'aumentare dell'età quindi maggiore è l'età del bambino migliori saranno le prestazioni in questi compiti.
- La prova di Span di cifre diretto correla positivamente con lo Span di cifre indiretto, la prova di abilità primarie verbali e spaziali del bambino e la Prova di Metamemoria inerente il piano di studio. Ciò indica che migliori sono le prestazioni



della Memoria a breve termine migliori sono i risultati ottenuti nelle prove sopra elencate.

- La prova di span di cifre indiretto, indice di valutazione della Memoria di Lavoro, è risultata essere correlata negativamente con i tempi di reazione al compito Go/No-Go. Ciò indica che migliori sono i risultati nella prova di Memoria di Lavoro, migliori sono i tempi di reazione al compito Go/No-Go (Funzioni esecutive).

- La prova di span di cifre indiretto è risultato inoltre correlare positivamente con il compito di inibizione, la Prova di Metamemoria inerente il piano di studi e i risultati della Metamemoria totale. Questo indica che migliori sono le prestazioni nel compito di Memoria di lavoro migliori sono le prestazioni nei compiti sopra elencati.

- I tempi di reazione al compito Go/No-Go sono risultati essere correlati negativamente con la Prova di inibizione e con quella di Metamemoria totale. Questo indica che minori sono i tempi di reazione, quindi migliora è la prestazione nel compito TR Go/No-Go, migliore è la prestazione nei due compiti.

- La prova di inibizione è emerso essere correlata negativamente e le abilità primarie verbali del bambino. Contrariamente, la prova di inibizione è risultata essere correlata positivamente con la Prova di Metamemoria relativa al recupero di un evento specifico.

- La prova di Abilità primaria verbale correlata positivamente con l'abilità primaria spaziale e con tutti i compiti di Metamemoria. Ciò significa che migliori sono i

risultati ottenuti nella prova di abilità primaria verbale del bambino, migliori sono le prestazioni nei compiti spaziali e di Metamemoria.

- La prova di Metamemoria -parafrasi è risultata essere correlata positivamente con le prove di Metamemoria inerenti preparazione dell'oggetto, recupero di un evento e Metamemoria totale. Quindi migliori sono le prestazioni nel compito di Metamemoria – Parafrasi migliori sono le prestazioni negli altri compiti di Metamemoria sopra citati.
- La prova di Metamemoria – preparazione dell'oggetto correla positivamente con la Metamemoria totale e con altre sue prove di Metamemoria: recupero di un evento e piano di studio.
- Le prove di Metamemoria recupero di un evento e piano di studio correlano positivamente unicamente con la Metamemoria totale.

#### **4 – Discussione**

Lo scopo del nostro studio era quello di analizzare lo sviluppo delle Funzioni Esecutive, della Memoria di lavoro e della Metamemoria nei bambini di età scolare. Inoltre, ci interessava andare a vedere se, ed eventualmente come, questi aspetti si integrassero o correlassero tra loro. Sulla base degli obiettivi che ci eravamo posti prima dello studio, l'età era un fattore chiave in quanto tutte e tre le aree che abbiamo deciso di prendere in esame si sviluppano in un range di età che varia dall'infanzia all'adolescenza, avendo però il loro massimo sviluppo

durante l'età scolare (Groissier et al., 1991; Anderson et al., 2002; Forssberg et al., 2002; Dolan et al., 2006; Antshel et al., 2008; Fritz et al., 2010; Marzocchi e Valagussa, 2011; Lee et al., 2013; Catale et al., 2015). Quindi, durante lo studio dei risultati un primo aspetto che abbiamo indagato è stato proprio il fattore età. Nello specifico è emerso che i risultati inerenti la Metamemoria aumentano all'aumentare dell'età, e ciò è spiegabile in quanto: da un punto di vista dello sviluppo, gran parte delle ricerche mostrano che i bambini di 4 anni hanno già una conoscenza di base del funzionamento della memoria (Justice, 1989; Wellman, 1978) e che questa conoscenza migliora significativamente durante l'infanzia: moderatamente tra i 4 e i 6 anni e poi in modo più significativo tra i 6 e i 12 anni (Antshel et al., 2008; Fritz et al., 2010; Catale et al., 2015). Questo risultato è in linea anche con lo studio condotto da Catale e colleghi (2016), dal quale emerge un effetto significativo dell'età cronologica sullo sviluppo della Metamemoria.

Entrando maggiormente nello specifico, le prestazioni di Metamemoria sembrano aumentare in modo significativo in due delle scenette che abbiamo proposto: "Preparazione dell'oggetto" e "Piano di studio". Queste due situazioni sono quelle che richiedono un maggior uso delle strategie mnemoniche per ricordare una data informazione in un secondo momento o per pianificare in che modo è meglio memorizzare le informazioni. Dagli studi condotti da Kreutzer e colleghi (1972) è emerso che le strategie mnemoniche si sviluppano progressivamente a partire da quando i bambini iniziano a frequentare le scuole Elementari. Ragion per cui, tale risultato conferma i risultati che abbiamo ottenuto. L'età ha ricoperto un ruolo

cruciale anche per quanto riguarda le prove di Abilità mentale primaria sia verbale che visuo-spaziale. In merito alle abilità verbali i risultati sono in linea con gli studi precedenti condotti in ambito di psicologia dello sviluppo. Infatti, secondo diversi autori (Cavioni e Zanetti, 2016; Otto, 2010) già tra i 5 e i 6 anni i bambini hanno un vocabolario di circa 10.000 parole, sanno definire gli oggetti per l'uso che se ne fa, conoscono le relazioni spaziali e sono in grado di definire sinonimi e contrari delle parole che conoscono. Secondo le ricerche condotte da Bloom (2002), il numero di parole conosciute dai bambini subisce un netto incremento durante la scuola primaria; in questo periodo gli alunni arrivano ad apprendere fino a 20 nuove parole al giorno, incrementando in questo modo le loro abilità verbali. Per quanto riguarda le abilità non verbali, esse seguono un percorso di sviluppo analogo a quello delle abilità verbali e di conseguenza crescono in modo esponenziale nella prima infanzia e durante la Scuola primaria (Cavioni e Zanetti, 2016).

Diversamente dalle aspettative, nel nostro studio la Memoria di Lavoro non sembrerebbe essere influenzata dal fattore età. Questo dato appare discostarsi con quanto emerso dalla letteratura precedente; infatti, numerosi autori sostengono che la Working Memory si sviluppi gradualmente a partire dall'età prescolare (Alloway et al. 2006) o scolare (Huizinga et al., 2006; Lee et al., 2013; Forssberg et al, 2002) fino all'adolescenza o tarda adolescenza. questo risultato potrebbe però essere spiegato da diversi fattori: una prima criticità potrebbe essere riscontrata nella vicinanza di età tra un campione e l'altro che non ha permesso di ottenere un quadro più chiaro sotto questo punto di vista, Inoltre, la

differenza con gli studi precedenti potrebbe dipendere dalle caratteristiche peculiari di ogni campione in ogni singola ricerca o dai vari metodi di indagine che sono stati utilizzati. Un dato interessante da osservare è che, a differenza di quanto ci si potesse aspettare, l'età non appare avere influenzato i risultati nel compito Go/No-Go. Quindi, sembrerebbe che l'età non sia correlata con le Funzioni Esecutive. Questo risulta però essere in contrasto con i dati ricavati dalla letteratura, dai quali emerge che le funzioni esecutive si sviluppano rapidamente negli anni della prima infanzia e continuano a svilupparsi nell'adolescenza e nella prima età adulta in concomitanza con lo sviluppo della corteccia prefrontale laterale e dorsale (Mahy et al., 2014). Bisogna però anche tenere in considerazione che questo risultato potrebbe essere spiegato dal fatto che, per quanto riguarda lo sviluppo delle Funzioni esecutive, il dibattito è ancora aperto e il gap tra un autore e l'altro è ancora abbastanza ampio (De Luca, 2003; Booth et al., 2004; Dolan et al. 2006; Zhan et al. 2011).

Un secondo dato da prendere in considerazione riguarda la Memoria di Lavoro che, dal nostro studio, è emerso essere correlata negativamente le Funzioni esecutive (Tempi di reazione nel compito Go/No-Go). Alla luce di tale dato risulta fondamentale specificare che tempi di reazione più bassi implicano una prestazione migliore delle Funzioni esecutive. Di conseguenza quello che emerge è che: migliori sono le prestazioni nel compito di Memoria di Lavoro (Span di cifre indiretto), migliori sono anche le prestazioni nella prova sulle Funzioni Esecutive. Questo risultato è in linea con la letteratura, in quanto diversi autori (Miyake,

2000; Cornoldi, 2011) sostengono che la Memoria di Lavoro sia una componente indispensabile delle Funzioni esecutive. Questo risultato appare in linea con le ricerche condotte da Anderson e colleghi (2006), i quali, in uno studio condotto sia con bambini che con adulti, avevano rilevato che i bambini ottenevano tempi di reazione costanti sia in prove più semplici che più difficili, mentre gli adulti tendevano a rallentare la loro risposta davanti a compiti più complessi. I bambini quindi rispondevano più d'impulso, senza ragionarci troppo, mentre gli adulti si soffermavano maggiormente sull'item per fornire la risposta corretta. Questo testimonia come con il crescere dell'età aumenta la capacità di elaborare le informazioni provenienti dall'esterno (Memoria di Lavoro) e le strategie per farvi fronte (Funzione esecutive) e come queste due componenti siano strettamente correlate tra loro. Un'altra correlazione interessante che è emersa dallo studio riguarda le Funzioni esecutive e la Metamemoria. Anche in questo, come in quello precedente riguardante la correlazione tra Memoria di Lavoro e Metamemoria, la correlazione risulta negativa in quanto, tempi minori al compito Go/No-Go implicano un miglioramento della performance. Tale risultati possono essere spiegati facendo riferimento agli studi sia comportamentali che di neuroimaging condotti su tale argomento i quali suggeriscono che i giudizi di Metamemoria e il Funzionamento esecutivo sono basati su meccanismi cognitivi e neuronali simili, in particolare sembrano essere collegati alla corteccia prefrontale mediale. Inoltre, sebbene la relazione tra i due costrutti sia ancora relativamente inesplorata, si ipotizza che essi possano essere interconnessi. Tornando al costrutto di Memoria

di Lavoro dalla nostra ricerca è emerso che essa correla con la Metamemoria in generale e, più nello specifico, tale correlazione sembrerebbe essere maggiore nella prova denominata “Piano di studio”. Questo risultato sembra essere in linea con le ricerche condotte nel 2013 da Benson e colleghi, i quali sostennero che lo sviluppo della Metamemoria dipende dalla capacità esecutiva di cogliere le informazioni rilevanti dall'esperienza ambientale e di saperle rielaborare in modo opportuno a seconda delle situazioni specifiche. Infine, un ultimo dato che vista la letteratura precedente appare importante sottolineare riguarda la correlazione tra Metamemoria e Abilità mentale primaria verbale dei bambini. Entrando maggiormente nello specifico, emerge che le abilità verbali dei bambini correlino soprattutto con la scenetta relativa il “Piano di studio”, ovvero quella che richiede maggiormente l’utilizzo di strategie ben precise per organizzare le informazioni e memorizzarle. Questo risultato appare in linea con le ricerche condotte da Fritz e colleghi (2010), i quali sostennero quanto segue. “Per quanto riguarda lo sviluppo delle conoscenze strategiche, vi è evidenza che la conoscenza dichiarativa è facilitata dalla progressione evolutiva nell'abilità linguistica, nonché dalla capacità di ragionamento e impulsività”.

## CAPITOLO 3 – CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Per concludere, gli studi che riguardano lo sviluppo della Memoria di lavoro, della Metamemoria e delle Funzioni esecutive sono innumerevoli e la maggior parte sono concordi nell'affermare che queste aree si sviluppino maggiormente in concomitanza con la Scuola Primaria. Contrariamente, non ci sono tante ricerche che tentano di indagare la relazione tra queste tre componenti della memoria. Il nostro studio ha voluto tentare di indagare sia lo sviluppo che la relazione tra questi costrutti, focalizzandosi su un campione in età scolare. Dai risultati è quindi emerso che l'età è un fattore determinante che correla quindi con le principali aree di ricerca del nostro studio.

Inoltre, abbiamo potuto appurare che Memoria di lavoro, Funzioni esecutive e Metamemoria siano tra loro interconnesse. Il nostro studio ha cercato di essere il più completo e corretto possibile sotto tutti i punti di vista ma, come in tutti gli studi, anche in questo è possibile riscontrare alcuni limiti. Innanzitutto, un primo limite riscontrabile nella presente ricerca potrebbe essere il range di età del campione. I soggetti che hanno partecipato alla raccolta dati sono 141 e hanno tutti un'età compresa tra i 7,92 e gli 11,58 anni. Sarebbe interessante, anche in ottica di eventuali studi futuri, poter coinvolgere un campione più ampio in termini di quantità e di età anagrafica. Si potrebbe ad esempio pensare di condurre uno studio coinvolgendo i bambini in età prescolare e quelli che frequentano la Scuola



Primaria, in quanto, come abbiamo già sottolineato, sebbene l'età in cui avviene maggiormente lo sviluppo delle aree indagate risulti avvenire in età scolare, esse sono già parzialmente sviluppate in età prescolare. Questo permetterebbe di avere una panoramica più ampia dello sviluppo della Memoria di Lavoro, della Metamemoria e delle Funzioni Esecutive. Secondariamente, un'altra pecca dello studio potrebbe essere identificata nel fatto che tutte le scuole che sono state prese in esame sono situate nel Nord Italia, più precisamente in un'unica regione, la Lombardia. Questo di fatto rende i risultati ottenuti poco generalizzabili a livello Nazionale, in quanto le regioni del Centro Italia e quelle più settentrionali non sono state prese in considerazione (Hall et al., 1997; Brusati, 2003; Avalle et al., 2010). Studi futuri potrebbero prendere in considerazione l'idea di condurre una ricerca analoga coinvolgendo un maggior numero di regioni italiane anche perché la letteratura precedente in questo frangente risulta essere esigua. Sempre in ottica di ampliamento del campione a livello geografico, analogamente a quanto già detto per le altre regioni d'Italia, sarebbe interessante anche prendere in esame i risultati ottenuti in altri stati in merito a quanto studiato (Hall et al., 1997; Brusati, 2003; Avalle et al., 2010). Questo permetterebbe di verificare se lo sviluppo di tale componenti della memoria è analogo, ad esempio, in tutta l'Europa o addirittura in tutto il resto del Mondo, o, al contrario, se lo Stato in cui si cresce determina in maniera significativa le nostre abilità di Memoria di lavoro, Metamemoria, Funzioni esecutive e non solo. Se i risultati fossero diversi tra i vari Paesi, quali potrebbero essere le cause di questo divario? Un altro elemento da prendere in

esame potrebbe essere il fatto che nel presente studio non è stato considerato il fattore bilinguismo. Nonostante, attraverso la Prova di abilità verbale (Primary Mental Ability – verbale), è stato accertato che tutti i partecipanti presi in esame avessero competenze sufficienti per poter affrontare e comprendere le indicazioni delle prove successive; il fatto che alcuni bambini non fossero madrelingua o fossero bilingui dalla nascita potrebbe aver inciso, anche se magari solo marginalmente, sull'esito delle altre prove. A tal proposito, Bialystok e colleghi (2012) in un articolo nel quale vengono analizzate due ricerche precedentemente condotte, evidenziano come i bambini bilingui dai 5 ai 7 anni abbiano ottenuto risultati migliori rispetto ai bambini monolingui in prove di Memoria di lavoro, tali esiti risultano maggiormente significativi quando il compito contiene richieste di funzioni esecutive aggiuntive. Questo è un buon punto di partenza per le ricerche future, in quanto potrebbe essere interessante condurre la ricerca con due gruppi, uno di controllo con bambini monolingue e uno con bambini bilingue. Un altro punto critico dello studio, soprattutto tenendo in considerazione che la raccolta dati è stata svolta con bambini in età scolare, consiste nel fatto che non è possibile avere la certezza assoluta che i primi soggetti che hanno svolto i test non abbiano poi riferito agli altri compagni il compito che hanno svolto. Questo purtroppo è un fattore che potrebbe alterare leggermente l'esito di alcuni test che sono stati svolti per ultimi. È anche da sottolineare che è però molto difficile da tenere sotto controllo questa variabile della ricerca perché, più che dire ai singoli partecipanti di non riferire ai compagni quanto fatto per evitare di inficiare i risultati degli altri,

non si può fare. Inoltre, bisogna tenere presente che magari non tutti i bambini si rendono pienamente conto delle implicazioni che tale gesto potrebbe avere sull'esito dei risultati e quindi potrebbero ritenere che il loro comportamento non abbia delle conseguenze e che aiutare un'amica o un amico potrebbe essere più giusto e più vantaggioso per la relazione. Bisogna inoltre precisare che lo studio che abbiamo condotto è di tipo trasversale. Sono stati presi quindi in esame soggetti di diverse età che sono stati valutati in quel preciso momento. Questo permette di avere una fotografia generale dello sviluppo della Metamemoria, delle Funzioni Esecutive e delle altre abilità indagate nei singoli bambini, in quel preciso momento in cui è stato effettuato il test. Per lo scopo del nostro studio questo è risultato essere il modo più rapido, efficace e corretto da utilizzare. Tuttavia, in ottica di studi futuri potrebbe essere interessante l'ipotesi di condurre uno studio di tipo longitudinale. Ciò permetterebbe di avere anche un quadro più specifico sullo sviluppo delle aree indagate nei singoli soggetti, analizzando quindi se i bambini che già da piccoli mostrano spiccate abilità in certe aree, con il passare del tempo risultano sempre essere un passo avanti agli altri in quelle abilità o meno, e viceversa. Infine, un altro fattore degno di nota e che nella nostra ricerca non è stato preso in considerazione è l'analisi della famiglia del soggetto. Infatti, come sappiamo i fattori che incidono sullo sviluppo cerebrale, cognitivo, sociale ed emotivo del bambino sono diversi, come ad esempio: le caratteristiche fisiche della diade genitoriale (coniugati, separati, vedovi, o nuclei monogenitoriali di base (Cigoli et al., 2002) – esempio: giovani ragazze madri (Ammaniti et al., 1997),

il livello di scolarità dei genitori, il tipo di attaccamento che si instaura con il caregiver (Cavioni et al., 2016) e, non meno importante, il livello socio-economico della famiglia (Ballarino et al., 2001), che è stato dimostrato essere correlato, prima fra tutti, allo sviluppo linguistico del bambino (Larsman et al., 2010; Edwards et al., 2013). Infatti, avere informazioni circa gli aspetti appena riportati potrebbe essere essenziale per una corretta interpretazione dei dati. I bambini che hanno familiari con un livello di scolarità inferiore, con genitori separati o comunque per altre ragioni assenti o che hanno problemi a livello socio-economico potrebbero risultare più deficitari sotto alcuni punti di vista, in quanto, potenzialmente nell'infanzia potrebbero essere stati sottoposti a un minor numero di stimoli, fatto che porta a un minor sviluppo cognitivo (Spitz, 1946; Benoldi, 2015). Per concludere, possiamo affermare che quello che abbiamo condotto è uno studio esplorativo sulla relazione tra i costrutti presi in esame (Memoria di lavoro, Metamemoria e Funzioni esecutive) in età scolare. In ottica futura sarebbe quindi importante continuare a studiare la relazione tra questi costrutti in quanto, come abbiamo già affermato in precedenza, essi risultano essere strettamente connessi con l'apprendimento scolastico (Flavell et al., 1975,1979; Anderson, 2002; Banich, 2009; Best et al., 2010; Bull et al., 2010; Harrington et al., 2012; Marotta et al., 2013) e allo sviluppo di abilità strategiche utili per affrontare situazioni e problemi di vita differenti.

## **BIBLIOGRAFIA**

Adams A. M., Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 85-106.

Akturk A. O., Sahin I. (2011). Literature Review on Metacognition and its Measurement. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 15, 3731–3736.

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77, 1698–1716.

Ammaniti M., Candelori C., Speranza A.M. (1997). Dinamiche psicologiche e culturali delle gravidanze in adolescenza: indagine in un campione italiano. *Psicologia Infantile e Adolescenza*. 64, 161-171.

Anderson L. C., Amso D., Davidson M. C., Diamond A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.

Anderson P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71–82

Anderson M. C., Baddley A, Eysenck M. (2001). *La memoria*, Il Mulino, Bologna. Traduzione di Riccucci M., a cura di Cornoldi C.

- Andreani Dentici O. (2001), *Intelligenza e creatività*, Carocci, Roma.
- Anolli L., Legrenzi P. (2001). *Psicologia Generale*, Il Mulino, Bologna.
- Antshel, K. M., & Nastasi, R. (2008). Metamemory development in preschool children with ADHD. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 29, 403–411.
- Artuso C., Palladino P. (2011). Content-context binding in verbal working memory updating: on-line and off-line effects. *Acta Psychologica*, 136, 363-369.
- Artuso C., Palladino P. (2015). Modulation of working memory updating: Does longterm memory lexical association matter? *Cognitive Processing*, 17,49-57.
- Atance, C. M., & Jackson, L. K. (2009). The development and coherence of futureoriented behaviors during the preschool years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102, 379–391.
- Atkinson, R.C., Shiffrin, R.M. (1968). 'Human memory: A Proposed System and its Control Processes'. In Spence, K.W. and Spence, J.T. *The psychology of learning and motivation*, (Volume 2). New York: Academic Press. pp. 89–195.
- Avalle U., Maranzana M, Sacchi P. (2010). *Psicologia generale e psicologia del lavoro*. Zanichelli, Bologna.
- Averell L., Heathcote A. (2010). The form of the forgetting curve and the fate of memories. *Journal of Mathematical Psychology*, 55 (1), 25-35.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-422.

Baddeley A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*. (4), 829-839.

Ballarino G., Bernardi F. (2001). Uso di dati time-budget per lo studio delle risorse familiari: capitale sociale e culturale dei genitori dei bambini in età scolare in Italia. *La società italiana*. 7-36.

Banich M.T. (2009). Executive Function. The Search for an Integrated Account. *Current Directions in Psychological Science*. 18(2), 89-94.

Barber A.D., Carter C.S. (2005). Cognitive control involved in overcoming prepotent response tendencies and switching between tasks. *Cerebral Cortex*, 15, 899-912.

Barceló F., & Knight, R.T. (2002) Both random and perseverative errors underlie WCST deficits in prefrontal patients. *Neuropsychologia* 40, 349-356.

Barone L. (2009). *Manuale di psicologia dello sviluppo*, Carocci, Roma

Basso D., Cottini M., Palladino P. (2018). The role of declarative and procedural metamemory in event-based prospective memory in school-aged children. *Journal of Experimental Child Psychology*. 166: 17-33.

Bear F.M., Connors B.W., Paradiso M.A. (2007). *Esplorando il cervello*, Elsevier Masson, Milano.

Belacchi C, Palladino P. (2017). Un nuovo strumento per valutare la Memoria di Lavoro Semantico-Verbale (MLSV): norme preliminari per la scuola primaria. *Psicologia clinica dello sviluppo*, XXI (1), 159-172.

Belmont, J. M., & Borkowski, J. G. (1988). A group administered test of children's metamemory. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 26, 206–208.

Benoldi A. (2015). Il bambino abbandonato. *Interazioni*. (1), 102-109.

Benson, J. E., Carlson, S. M., Sabbagh, M. A., & Zelazo, P. D. (2013). Individual differences in executive functioning predict preschoolers' improvement from theory-of-mind training. *Developmental Psychology*, 49, 1615–1627.

Best D. L., Guajardo N. R. (2000). Do preschooler remember what to do? Incentive and external cues in prospective memory. *Cognitive Development*, 15, 75-97.

Best J. R., Miller P. H. (2010). A Developmental Perspective on Executive Function. *Child Development*. 81, 1641-1660.

Bialystok E., Calvo A., Morales J. (2012). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(2), 187-202.

Blakemore S. J., Choudhury S. (2006). Development of the adolescent brain: Implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47, 296-312.



Bloom P. (2002). How children learn the meanings of words. Cambridge, MA: MIT Press.

Bohlin, G., Brocki K. C. (2004). Executive functions in children aged 6–13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26, 571–593.

Booth L., Craik F. I. M., Zelazo P. D. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115(2-3), 167-183.

Brandimonte M. A. (2004). *Psicologia della memoria*, Carocci, Roma.

Brodeur, M. B., Dionne-Dostie, E., Montreuil, T., & Lepage, M. (2010). The Bank of Standardized Stimuli (BOSS), a new set of 480 normative photos of objects to be used as visual stimuli in cognitive research. *PLoS ONE*, 5(5), e10773.

Brown, A. L. (1978). Knowing When, Where and How to Remember: A Problem of metacognition. *Advances in Instructional Psychology*, 77-165.

Brusati E. (2003). Come si fanno i sondaggi. INTRODUZIONI. *Demografia, probabilità, statistica a scuola*. <http://matematica-old.unibocconi.it/statistica/SONDAGGI.htm>.

Bryson S. E., Garon N, Smith I. M. (2008). Executive function in preschooler: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134, 31-60.

Bull R., Espy K. A., Wiebe S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.

Bull R., Scerif G. (2001). Executive Functioning as a Predictor of Children's Mathematics Ability: Inhibition, Switching, and Working Memory. *Developmental Neuropsychology*. 19 (3), 273-293.

Cao X.Y., Chan R.C., Cui J.F., Shum D.H., Wang Y. (2013). The relation between prospective memory and working memory: Evidence from event-related potential data. *Psych Journal*. 2(2): 113-121

Carelli M. G., Forman H., Mantyla T. (2007). Time monitoring and executive functioning in children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96, 1-19.

Caretti B., Cornoldi C., De Beni R., Palladino P. (2004). What happens to information to be suppressed in working memory tasks? Short and long term effects. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57 A, 1059-1084.

Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595-616.

Carpenter P. A., Carlson S. M. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 19, 450-466.

Cassia V. M., Valenza E., Simion F. (2012). *Lo sviluppo della mente umana. Dalle teorie classiche ai nuovi orientamenti*. Il Mulino, Bologna.

Catale, C., Geurten, M., Meulemans, T. (2015). When children's knowledge of memory improves children's performance in memory. *Applied Cognitive Psychology*, 29, 244– 252.

Catale, C., Geurten, M., Meulemans, T. (2016). Involvement of Executive Functions in Children's Metamemory. *Applied Cognitive Psychology*, 30, 70 –80  
Cavanaugh, J. C., & Perlmutter, M. (1982). Metamemory: a critical examination. *Child Development*, 53(1), 11–28.

Cavioni V., Zanetti M. A. (2016). *Psicologia dell'educazione. Teorie, metodi, strumenti*. Pearson Italia, Milano – Torino. Authorized translation from the English Edition, entitled: *Educational Psychology*, 13th edition, by Anita Woolfolk.

Cicogli V., Giuliani C., Iafrate R. (2002). Il dolore del divorzio: adolescenti e giovani adulti tra riavvicinamento e distacco alla storia familiare. *Psicologia clinica dello sviluppo*. 423-442.

Coffman, J. L., Grammer, J. K., Ornstein, P. A., Purtell, K. M. (2011). Relations between children's metamemory and strategic performance: Time-varying covariates in early elementary school. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 139–155.

Comer R. J., *Psicologia clinica*. A cura di Antonella Granieri, Francesco Rovetto. Novara, UTET (2013), 1° edizione, pp. 589, traduzione di Nicolina Pomilio, Paola Vitale, *Foundamentals of Abnormal Psychology*, 4° edizione.

Conway A., Jarrold C., Kane M., M., Miyake A, Towse J. (2008). Variation in Working Memory. Oxford University Press. 1-17.

Cornoldi C. (1995). Metacognizione e apprendimento, Il Mulino, Bologna. Cornoldi C., Vecchi T. (2003). Visuo-spatial working memory and individual differences. Hove: Psychology Press. 1-169.

Cornoldi C. (2007). Difficoltà e disturbi dell'apprendimento, Il Mulino, Bologna.

Cornoldi C. (2007). L'intelligenza. Il Mulino, Bologna.

Cornoldi C. (2011). Le basi cognitive dell'intelligenza, articolo Bersaglio. Giornale Italiano di Psicologia, XXXVIII, 2, 267-290.

Costello A. L., Burgess P. W., Gilbert S.J., Gonen-Yaacovi G., Volle E. (2011). The role of rostral prefrontal cortex in prospective memory: A voxel-based lesion study. Neuropsychologia. 49 (8), 2185-2198.

D'Alessio M., Raffone A. (2008). La memoria nello sviluppo, Laterza, Roma-Bari.

D'Amico A., (2000). Il ruolo della memoria fonologica e della consapevolezza fonemica nell'apprendimento della lettura. Ricerca longitudinale. Psicologia Clinica dello Sviluppo, 1, 125-144.

De Casper A. J., Fifer W. P. (1989). Of Human Bonding: Newborns Prefer their Mothers' Voices. Science, 208, 1174-1176.

DeMarine D., Ferron J. (2003). Capacity, strategies, and metamemory: Tests of a threefactor model of memory development. *Journal Experimental Child Psychology*, 84, 164-193.

Della Sala S., Logie R. H., Maylor E. A., Smith G. (2002). Prospective and retrospective memory in normal aging and dementia: An experimental study. *Memory & Cognition*, 20, 871–884.

De Luca C.R. (2003). Normative data from the CANTAB. Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 2, 242-254.

Dolan C. V., Huizinga M., Van der Molen M. W. (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*. 44 (11), 2017–36.

Duncan J. et al. (2000). A neural basis for general intelligence. *Science*, 289 (5478), 457–460.

Edwards S., Gibbons W., Letts c., Schaefer B., Sinka I. (2013). 2 0 Socio economic status 1 0 and language acquisition: children's performance on the new Reynell Developmental Language Scales. *International Journal of Language and Communication Disorders*. 48(2), 131-143.

Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 717-726.

Erdelyi M. H., Kleinbard J. (1978). Has Ebbinghaus decayed with time? The growth of recall (hypermnnesia) over days. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4(4), 275-289.

Flavell J. H.; Hagen J. W.; Kreutzer M. A.; Leonard C. (1975). An interview study of children's knowledge about memory. *Monographs of Society for Research in Child Development*, 40 (1, Serial No. 159).

Flavell, J. H. (1979). Metacognitive and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.

Flavell, J. H., & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. V. Kail & J. W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Friedman, N. P., Miyake, A. (2000). Differential roles for visuospatial and verbal working memory in situation model construction. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 61-83.

Friedman, N. P., Miyake, A. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusion. *Current Directions in Psychological Science*. 21(1), 8-14.

Fritz K., Howie P., Kleitman, S. (2010). "How do I remember when I got my dog?" The structure and development of children's metamemory. *Metacognition and Learning*, 5, 207-228  
Gourgey, A. F. (1998). Metacognition in Basic Skills Instruction. *Instructional Science*, 26(1), 81-96.

Groisser D.B., Pennington, B.F., Welsh M.C. (1991). A normative-developmental study of executive function: a window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149.

Hall C. S., Lindzey G., Thompson (1997). *Psicologia*. Zanichelli, Bologna.

Harrington M.; Juffs A. (2012). Aspects of working memory in L2 learning. *Cambridge Journals*. 44 (2), 137–166.

Hertzog, C., Park, D. C., Morrell, R. W., & Martin, M. (2000). Ask and ye shall receive: Behavioural specificity in the accuracy of subjective memory complaints. *Applied Cognitive Psychology*, 14, 257-275.

Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017–2036.

Justice, E. M. (1989). Preschoolers' knowledge and use of behaviors varying in strategic effectiveness. *Merrill-Palmer Quarterly*, 35, 363–377.

Kail, R. (1979). Use of strategies and individual differences in children's memory. *Developmental Psychology*, 15, 251–255.

Kerns, K. A. (2000). The CyberCruiser: An investigation of development of prospective memory in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6(1), 62– 70.

Kliegel M., Mantyka T., Ronnlund M. (2010). Components of Executive Functioning in Metamemory. *Applied Neuropsychology*, 17, 289–29.

Kreutzer M. A., Flavell J. H., Hagen J. W., Leonard C. (1975). An Interview Study of Children's Knowledge about Memory. *Child development*, 40 (1), 1-60.

Larsman P., Lundberg I., Strid A. (2010). Development of phonological awareness during the preschool year: the influence of gender and socio-economic status. *Reading and Writing*. 25(2), 305-320.

Lee, K., Bull, R., & Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84, 1933–1953  
Longhi A. M. (2000). *La memoria*. Il Mulino, Bologna.

Mahy C. E., Moses L. J. (2011). Executive functioning and prospective memory in young children. *Cognitive development*, 26, 269-281.

Marotta L.; Varvara P. (2013). *Funzioni esecutive nei DSA. Disturbo di lettura: valutazione e intervento*. Milano: Centro Studi Erikson.

Marzocchi G.M. Valagussa S. (2011). *Le Funzioni Esecutive in Età Evolutiva*. Milano: Franco.

Meacham, J.A., Singer, J. (1977). Incentive effects in prospective remembering, *The Journal of Psychology*, 97, 191-197.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.



Miyake, A., Emerson M. J., Friedman, N. P., Howerter A., Wager T. D., Witzki A. H. (2000). The unity and diversity of executive function and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.

Otto B. (2010). *Language development in early childhood* (Quinta edizione). Columbus, OH: Merrill.

Owen, A. M. (1997). The Functional Organization of Working Memory Processes Within Human Lateral Frontal Cortex: The Contribution of Functional Neuroimaging. *European Journal of Neuroscience*. 9 (7): 1329 – 1339.

Pagano C. (2008). *Come funziona la memoria*, Laterza, Roma-Bari.

Papagno C. (2010). *Neuropsicologia della memoria*, Il Mulino, Bologna.

Pennington, B. F., Welsh, M. C. (1988) Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230.

Pessa E., Penna M. P. (2000). *Manuale di Scienza Cognitiva*, Laterza, Roma-Bari.

Piaget J. (1928). *Judgment and Reasoning in the Child*. Edniburg press, Great Britain (London).

Russo, R. (2013). "Introduzione all'Analisi della Varianza". Dispense.

Salthouse, T. A. (2005). Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning. *Neuropsychology*, 19, 532–545

Schneider W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain and Education*, 2, 144-121.

Schraw, G. (1994). The Effect of Metacognitive Knowledge on Local and Global Monitoring. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 143- 154  
Spitz R. A., Wolf K. M. (1946). Anaclitic depression. An inquiry into the Genesis of Psychiatric Conditions in Early Childhood, II. *The Psychoanalytic Study of the Child*. 2(1), 313-342.

Squire L.R., Stark C.E.L., Clark R.E. (2004). The medial temporal lobe. *Annual Review of Neuroscience*. (27), 279-306.

Swanson, H. L. (1990). Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving. *Journal of Educational Psychology*, 82(2), 306-667.

Teuber H. L. (1972). Unity and diversity of frontal lobe functions. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 32, 615–656.

Thurstone, L.L. (1938). *Primary mental abilities*. University of Chicago Press: Chicago.

Tulving, E. (1970). Short- and long-term memory: Different retrieval mechanisms. In D.E. Broadbent and K.H.Pribram (Eds.), *Biology of Memory* (pp. 7-9). New York: Academic Press.

Tulving, E., Donaldson W. (1972). *Organization of Memory* (pp. 382-402). New York, NY: Academic Press, Inc.

Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80(5), 352-373.

Yang T. X., Chan R. C. K., Shum D. (2011). The development of prospective memory in typically developing children. *Neuropsychology*, 25, 342-352.

Wellman, H. M. (1978). Knowledge of the interaction of memory variables: A developmental study of metamemory. *Developmental Psychology*, 14, 24–29.

Zhan J. Y. (2011). Charting the developmental trajectories of attention and executive function in Chinese school-aged children. *Child Neuropsychology*, 17(1), 82–95.

## **Sitografia**

<http://ib-psych.blogspot.com/2013/03/outcomes-in-cognitive-psychology.html>

<http://www.igorvitale.org>

<https://jshr.pubs.asha.org/article.aspx?articleid=2681857>

<http://www.lescienze.it/>

<https://www.mindtools.com/pages/article/cognitive-load-theory.htm>

<http://www.neuroscienze.net/>

<https://plato.stanford.edu>

<http://www.psicolab.net>

<https://qi.hogrefe.it/>

<https://www.sciencedirect.com>

<http://www.sepsych.org>

<https://www.slideshare.net/ivamartini/memoria-24861712>

<http://www.stateofmind.it/>

<http://www.treccani.it/>