Abilità di base nell'area alfabetica e matematica: il ruolo delle funzioni esecutive

Valentina De Franchis (Università di Genova)
Maria Carmen Usai (Università di Genova)

Questo studio ha l'obiettivo di esplorare la relazione tra l'emergere delle abilità di base nell'area alfabetica e matematica e le capacità esecutive possedute dai bambini nell'ultimo anno della scuola dell'infanzia. Alcuni aspetti delle Funzioni Esecutive (FE) in età prescolare sembrano essere associati con le competenze scolastiche negli anni successivi suggerendo la possibilità dell'esistenza di una specifica relazione già tra FE e prerequisiti dell'apprendimento. Settantasei bambini frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia sono stati valutati mediante una batteria di prove per le FE e una batteria di prove per i prerequisiti specifici dell'apprendimento. Le analisi evidenziano la predittività di alcune prove esecutive rispetto a specifiche competenze di base nell'area alfabetica e matematica.

1. Introduzione

È noto come l'apprendimento della lettura, della scrittura e del calcolo siano il risultato di una serie di funzioni psicologiche che iniziano a svilupparsi nel corso dell'infanzia. In letteratura si è parlato a lungo di prerequisiti dell'apprendimento per riferirsi ad alcune abilità che costituiscono le basi su cui sarà possibile sviluppare successivamente le specifiche competenze scolastiche: i prerequisiti scolastici sono il risultato di un processo di acquisizione di una serie di precursori critici, che intorno ai 5 anni sono generalmente acquisiti (Mazzoncini, Freda, Cannarsa e Sordellini, 1996). È possibile distinguere tra prerequisiti dell'apprendimento specifici e trasversali: con i primi si intendono abilità particolari collegate agli specifici apprendimenti, con i secondi si intendono caratteristiche generali di ogni bambino che comunque influenzano l'apprendimento. Fra questi ultimi l'autoregolazione è una caratteristica dei bambini che, secondo quanto sostenuto da Blair (2002), può essere considerata un elemento fondamentale della *school readiness*: infatti, per poter parlare di buon adattamento scolastico sono elementi centrali l'efficienza della regolazione attentiva (fondamentale nell'esecuzione di compiti cognitivi

complessi) e della regolazione emotiva (fondamentale nelle interazioni sociali e nella messa in atto di comportamenti finalizzati).

L'autoregolazione è un costrutto multidimensionale che comprende diversi aspetti, che sono alla base della capacità di regolare il comportamento: prestare attenzione, pianificare un'azione complessa finalizzata a uno scopo, seguire istruzioni, inibire azioni inappropriate.

La ricerca ha messo in luce l'esistenza di una relazione tra buone competenze nell'autoregolazione possedute dai bambini all'inizio della scuola primaria e primi successi scolastici (Foulks e Morrow, 1989; Lin, Lawrence e Gorrell, 2003); l'aumento del rischio di avere basse prestazioni scolastiche e di essere oggetto di rifiuto sociale da parte dei pari risulta invece associato a scarse competenze a carico dell'autoregolazione (Cooper e Farran, 1988; Ladd, Birch e Buhs, 1999; McClelland, Morrison e Holmes, 2000).

Le Funzioni Esecutive (FE), ovvero gli aspetti cognitivi sottostanti all'autoregolazione, possono essere definite come l'insieme dei processi alla base dei comportamenti finalizzati e complessi, che intervengono in particolare quando occorre affrontare compiti in cui è necessario un costante monitoraggio del comportamento o dei processi cognitivi in atto e in attività in cui bisogna superare consolidate risposte abituali (Hughes e Graham, 2002). Le FE sono un insieme di processi cognitivi distinti, anche se correlati fra loro (Denkla, 1996; Anderson, 1998; Miyake, Friedman, Emerson, Wiztki, Howerter e Wager, 2000). La presenza di processi diversificati e specifici, come inibizione, memoria di lavoro e flessibilità cognitiva è stata rilevata anche in età evolutiva (Klenberg, Korkman, Lahti-Nuuttila, 2001; Lehto, Juujärvi, Kooistra e Pulkkinen, 2003; Huizinga, Dolan, Van der Molen, 2006; van der Sluis, De Jong, van der Leij, 2007), seppure con qualche eccezione (Wiebe, Espy e Charak, 2008).

Le FE sono implicate nell'acquisizione delle prime competenze matematiche e di lettura (Espy, Mc Diarmid, Cwik, Stalets, Hamby e Senn, 2004; Blair e Razza, 2007; Noel, 2009; Willoughby, 2011): in particolare il livello di sviluppo delle FE posseduto alla scuola dell'infanzia eserciterebbe un peso sugli apprendimenti valutati alla fine del primo anno di scuola primaria (Bull e Scerif, 2001; Passolunghi, Vercelloni e Schadee, 2007; Bull, Espy e Wiebe, 2008; Usai e Viterbori, 2008).

Per quanto riguarda i prerequisiti specifici dell'apprendimento, è stato messo in evidenza che, già a partire dall'età prescolare, il livello di consapevolezza fonologica (Wagner e Torgesen, 1987; Torgesen, 1998) e la velocità di denominazione (de Jong e van der Leij, 1999; Holopainen, Ahonen, Tolvanen e Lyytine 2000; Wimmer, Mayringer e Landerl, 2000; Wimmer e Mayringer, 2002; De Jong e van der Leij, 2003) sono buoni predittori della successiva abilità di lettura. Per quanto riguarda i prerequisiti specifici della

matematica, l'ampiezza della conoscenza dei numeri e della competenza nel contare in età prescolare sono correlate con il successo in matematica (Gersten, Jordan e Flojo, 2005; Geary, Hoard, Byrd-Cracen, Nugent e Numtee, 2007). Come Bull *et al.* (2008) hanno recentemente sottolineato, le competenze a livello dei prerequisiti specifici sono largamente basate sull'esperienza e potrebbero essere viste come versioni semplificate delle conoscenze scolastiche successive con le quali sono associate: è evidente l'importanza di prendere in considerazione il ruolo delle competenze cognitive che non siano primariamente conoscenze pregresse all'abilità scolastica non soltanto in relazione agli apprendimenti successivi, ma già in associazione allo sviluppo delle prime competenze alfabetiche e numeriche considerate prerequisiti specifici dei successivi apprendimenti.

Mentre diversi studi hanno sostenuto l'idea che l'autoregolazione sia associata con i livelli di prestazione alla scuola primaria e che esistono dei precursori specifici degli apprendimenti scolastici identificabili nella abilità di base, pochi studi si sono occupati di esaminare la relazione tra le competenze esecutive possedute dai bambini nella scuola dell'infanzia e l'acquisizione delle abilità di base considerate importanti per l'acquisizione degli apprendimenti successivi. Relativamente al rapporto tra FE e prerequisiti dell'apprendimento scolastico, i pochi studi presenti in letteratura hanno messo in luce l'esistenza di legami di tipo associativo e soprattutto predittivo fra alcune FE e i prerequisiti dell'apprendimento nella fase di passaggio tra la scuola dell'infanzia e la scuola primaria (McClelland *et al.*, 2000; Blair e Razza, 2007; Passolunghi *et al.*, 2007). I bambini con migliori capacità di autoregolazione alla scuola dell'infanzia mostrano più alti livelli di prestazione nei prerequisiti alfabetici, matematici e nel vocabolario lessicale (McClelland *et al.*, 2000). In particolare, considerando gli aspetti specifici delle FE, è emerso che sia la memoria di lavoro sia il controllo inibitorio avrebbero una relazione significativa con l'emergere delle prime competenze matematiche alla scuola dell'infanzia (Espy *et al.*, 2004): solamente il controllo inibitorio sarebbe, però, in grado di spiegare una porzione di varianza unica per le competenze nella sfera matematica. Dal momento che l'inibizione è un costrutto complesso (si veda per esempio Nigg, 2000), i diversi studi che hanno indagato la relazione tra questo processo cognitivo e l'acquisizione delle competenze matematiche (Bull e Sherif, 2001; Espy *et al.*, 2004; Blair e Razza, 2007) hanno messo in luce percentuali di varianza differenti a seconda delle prove utilizzate per misurarlo.

Passolunghi *et al.* (2007) hanno recentemente individuato un modello in base al quale memoria di lavoro e l'abilità di conteggio valutati prima degli insegnamenti formali alla scuola primaria sarebbero i migliori predittori dei successivi apprendimenti matematici all'inizio del primo anno della scuola primaria.

Per quanto riguarda la relazione tra FE e consapevolezza fonologica, la componente inibitoria fornirebbe un contributo che però non risulta essere indipendente dall'intelligenza generale.

2. La ricerca

Nonostante il numero esiguo di studi sull'argomento, diverse ricerche hanno fornito dati a sostegno dell'esistenza di un'associazione tra funzionamento esecutivo e prerequisiti dell'apprendimento precedenti l'entrata nel percorso scolastico. L'obiettivo del seguente lavoro è di verificare l'esistenza di una relazione tra le competenze di tipo esecutivo e l'emergere delle abilità di base considerate prerequisiti dell'apprendimento di lettura e matematica: in particolare lo studio si propone di indagare il potere predittivo delle singole prove finalizzate alla valutazione di particolari aspetti esecutivi sull'acquisizione dei prerequisiti scolastici.

Un buon livello di sviluppo delle FE alla scuola dell'infanzia sarebbe associato alla competenza manifestata dai bambini nell'apprendimento nel primo anno della scuola primaria (Bull e Scerif, 2001; Passolunghi *et al.*, 2007; Bull *et al.*, 2008; Usai e Viterbori, 2008): in particolare i pochi studi che si sono occupati di indagare la fase precedente all'ingresso dei bambini alla scuola primaria hanno messo in luce l'esistenza di un legame tra FE e acquisizione di abilità considerate prerequisiti dell'apprendimento alla scuola dell'infanzia (McClelland, Morrison e Holmes, 2000; Blair e Razza, 2007; Passolunghi *et al.*, 2007). Assumendo che il costrutto delle FE sia multidimensionale (Denkla, 1996; Anderson, 1998; Miyake *et al.*, 2000), l'ipotesi di partenza è che specifici aspetti delle FE siano implicati nell'acquisizione di particolari abilità considerate prerequisiti dell'apprendimento. Sulla base dell'analisi della letteratura e delle prove che sono state selezionate per questo studio, ci si aspettava di identificare un'associazione tra le prove di prerequisito nell'area alfabetica e matematica e le prove esecutive che sollecitano principalmente la componente inibitoria e la memoria di lavoro (Espy *et al.*, 2004; Blair e Razza, 2007): si prevedeva inoltre un coinvolgimento degli aspetti esecutivi più importante in relazione alle prove scelte per valutare l'area matematica rispetto a quelle relative all'area alfabetica.

3. Metodo

3.1. Il campione

Il campione è costituito da 76 bambini con sviluppo tipico (45 maschi e 31 femmine) frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia

e aventi un'età compresa tra 63 e 75 mesi (68,22 ± 3,11 mesi): dal campione iniziale sono stati esclusi i soggetti segnalati/seguiti dai servizi (n = 4), quelli con un punteggio al Test delle matrici progressive di Raven (CPM) inferiore a 12 corrispondente al 10° percentile (n = 12), i bambini stranieri con una competenza linguistica giudicata dalle insegnanti inadeguata (n = 3) o aventi prove incomplete per assenze ripetute (n = 2).

I bambini provenivano da 6 scuole dell'infanzia collocate rispettivamente due nel centro della città di Genova, due nella zona di levante e due in quella di ponente: le scuole che hanno partecipato alla ricerca avevano aderito a un più ampio progetto di ricerca sulla continuità dalla Scuola per l'infanzia alla Scuola primaria, volto a identificare i bambini a rischio di difficoltà di apprendimento o di adattamento al contesto scolastico. Tutte le famiglie sono state informate sulle finalità del progetto mediante un incontro esplicativo e quelle che hanno aderito sono state offerte forme di tutela quali il consenso informato e un incontro individuale di restituzione dei risultati del singolo bambino.

Tutti i bambini sono stati valutati individualmente nelle ore di frequenza alla scuola dell'infanzia nel periodo compreso tra febbraio e giugno nel corso di 3 sessioni di valutazione della durata di circa 30 minuti ciascuna: la valutazione è avvenuta in una stanza silenziosa adiacente alla classe. Tutti i bambini coinvolti nella ricerca sono stati valutati relativamente alle funzioni esecutive, ai prerequisiti dell'apprendimento rispettivamente di tipo alfabetico e di tipo matematico e ad abilità generali sia di tipo verbale sia non verbale usate come variabili di controllo.

A conclusione di ciascuna sessione, ogni bambino è stato premiato con delle medagliette di carta colorate aventi un valore simbolico.

3.2. Strumenti

La valutazione delle FE è stata effettuata attraverso una batteria di sei prove che sono state selezionate allo scopo di valutare differenti capacità esecutive: in particolare, ci si è proposti di utilizzare prove volte ad analizzare aspetti esecutivi relativi a memoria di lavoro, inibizione e flessibilità cognitiva. Tale scelta è avvenuta sulla base del fatto che in età prescolare non sono ancora diversi studi sostengono la possibilità di identificare questi processi cognitivi specifici già in questa fascia d'età (Klenberg *et al.*, 2001; Lehto *et al.*, 2003; Huizinga *et al.*, 2006; van der Sluis *et al.*, 2007).

Il problema dell'impurità delle prove esecutive e del reperimento di prove adeguate all'età prescolare che caratterizza la ricerca in questo settore è stato affrontato tenendo in considerazione nella analisi successive il fatto che, in ciascuna prova, prevarrebbe il contributo di un aspetto

esecutivo rispetto agli altri e che tale aspetto sarebbe soggetto a variazioni attraverso le età.

Di seguito vengono descritte le prove esecutive che sono state utilizzate:

– *Span di cifre indietro* (BDS) (dalla Batteria BVN; Bisiacchi, Cendron, Gugliotta, Tressoldi e Vio, 2005): una prova comunemente utilizzata per misurare la capacità di memoria di lavoro. Il punteggio che è stato utilizzato come indice è dato dal numero massimo di cifre rievocato dal bambino in sequenza inversa rispetto alla presentazione.

– *Dual Request Selective Task* (DRST) (Cornoldi, Marzocchi, Belotti, Caroli, De Meo e Braga, 2001; Lanfranchi, Cornoldi e Vianello, 2004; Re e Cornoldi, 2007; Re, De Franchis e Cornoldi, 2010): una prova di memoria di lavoro visuospaziale che prevede l'esecuzione di un doppio compito. Richiede, infatti, la memorizzazione della prima casella di un percorso effettuato da una rana di plastica su una matrice 4x4 (17x17 cm) e la contemporanea esecuzione di un compito interferente che consiste nel battere la mano sul tavolo ogni volta che la rana, lungo il suo percorso, salta su una particolare casella che è di colore rosso. La prova comprende cinque livelli di difficoltà in funzione del numero di caselle che costituiscono il tragitto della rana: tali caselle vanno da un minimo di 2 a un massimo di 6 e vengono presentate in ordine di difficoltà crescente; per ogni livello di difficoltà sono previsti due percorsi differenti. L'indice utilizzato è dato dalla somma degli item superati.

– *Circle Drawing Task* (CDT) (Bachorowski e Newman, 1985): una prova che si propone di valutare aspetti esecutivi legati al controllo motorio attraverso l'inibizione di una «risposta continua» (*ongoing response*; Scheres, Oosterlaan, Geurts, Morein-Zamir, Meiran, Schut, Vlasveld e Sergeant, 2004; Geurts, Vertè, Oosterlaan, Roeyers e Sergeant, 2005; Marzocchi, Oosterlaan, Zuddas, Cavolina, Geurts, Redigolo, Vio e Sergeant, 2008). Si presenta al bambino un foglio con disegnato un cerchio del diametro di 17 cm: tale cerchio ha una sottile linea che indica l'inizio e la fine del tracciato e sul lato destro di questa linea è scritto «partenza», mentre sul lato sinistro della stessa è scritto «stop». Il compito del bambino consiste nel seguire con un dito il cerchio segnato. La prova viene ripetuta due volte con una diversa consegna: la prima volta viene chiesto semplicemente al bambino di tracciare il cerchio con un dito e la seconda volta gli viene chiesto di tracciare il cerchio più lentamente possibile. Per semplificare la comprensione di questa seconda parte del compito è stato detto al bambino di fare finta che il proprio dito fosse una lumachina. Viene calcolato il tempo di esecuzione in entrambe le condizioni. Partendo dal tempo d'esecuzione impiegato nella seconda

condizione si sottrae quello della prima condizione; maggiore risulta la differenza tra i due tempi, migliore è la prestazione del soggetto nella capacità d'inibizione della risposta. Come indice si è considerata la proporzione di rallentamento alla prova 2 in relazione al tempo totale (Tc2-Tc1/Tc2+Tc1): si è scelto di utilizzare tale trasformazione allo scopo di ottimizzare le differenze tra soggetti e in modo da evidenziare gli aspetti di inibizione al di là dello stile individuale pur riconoscendo il fatto che la trasformazione penalizza i soggetti lenti e con poca escursione nella velocità motoria.

– *Torre di Londra* (ToL) (Fancello, Vio e Cianchetti, 2006): una prova esecutiva complessa che vede il coinvolgimento di differenti aspetti esecutivi. In età prescolare è stata suggerita la possibilità che preveda un coinvolgimento di differenti aspetti che permetterebbero di effettuare la pianificazione tra i quali il controllo inibitorio (Welsh, Satterlee-Cartmell e Stine, 1999; Miyake *et al.*, 2000; Lehto *et al.*, 2003; Senn, Espy e Kaufmann, 2004). Il punteggio considerato è dato dal punteggio totale ottenuto dalla somma degli item superati.

– *Fluenza categoriale* (FC) (dalla Batteria BVN; Bisiacchi *et al.*, 2005): è una prova che valuta le componenti di flessibilità linguistica lessicale e semantica ma anche aspetti di memoria di lavoro (Diesfeldt, 2004). Per il presente studio è stato considerato come indice il numero di parole corrette prodotte dal bambino.

– *Dimensional Change Card Sort* (DCCS) (Zelazo, 2006): un'altra prova che prevede il ricorso a diversi aspetti esecutivi con un prevalente coinvolgimento di flessibilità cognitiva e memoria di lavoro. La prova è suddivisa in tre parti e richiede al bambino un compito di classificazione di una serie di carte bivalenti, per le dimensioni colore e forma (ad es. coniglietti rossi e barchette blu). Nella prima fase della prova il compito richiede al bambino di classificare le carte in base alla dimensione colore; se il bambino supera con successo questa fase, cosa che normalmente avviene nel periodo prescolare, si passa alla seconda fase. In questa seconda fase il bambino, che ha automatizzato la regola di classificazione secondo il colore, deve cambiare compito classificando le carte in base all'altro criterio di classificazione (forma). Se supera positivamente anche questa fase, si passa alla fase più complessa dal momento che si introducono delle carte con il bordo nero: viene richiesto di classificare le carte in base ad una dimensione (colore) quando hanno il bordo, e in base all'altra dimensione (forma) quando sono sprovviste di bordo. Quest'ultima fase è complessa e di difficile attuazione, anche per i bambini frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia. In questo studio è stata considerata la proporzione delle risposte corrette sulle totali.

– *Test delle campanelle* (TC) (Biancardi e Stoppa, 1997): è una prova di ricerca visiva che richiede il ricorso ad aspetti attentivi (attenzione focalizzata e sostenuta). Si è considerato come indice in particolare relativamente all'attenzione sostenuta il punteggio di accuratezza sul totale delle tavole (numero di stimoli target identificati).

La valutazione dei prerequisiti scolastici è stata effettuata mediante l'utilizzo 5 prove relative ai prerequisiti di lettura e 5 prove relative ai prerequisiti di matematica di seguito descritte. Per quanto riguarda i prerequisiti alfabetici sono state utilizzate i seguenti test:

1) *Prova Criteriale 4* di «Riconoscimento di lettere» (dalle PRCR-2 – Prove di prerequisito per la diagnosi delle difficoltà di lettura e scrittura di Cornoldi e Gruppo MT, 1992): per valutare la capacità di discriminazione visiva e di orientamento spaziale. L'indice utilizzato è dato dal totale egli errori.

2) La *Prova Criteriale 9* di «Ripetizione di non parole», (dalle PRCR-2 di Cornoldi e Gruppo MT, 1992): permette di valutare le capacità di discriminazione uditiva e la memoria immediata di fonemi e di parole prive di senso. L'indice è dato dalla somma delle sillabe correttamente ripetute.

3) Test di *Fusione di Sillabe* (dalla Batteria PACS-SI; Scalisi, Pelagaggi, Fanini, Desimoni e Romano, 2009): una prova che permette di valutare l'abilità del bambino di ricostruire parole intere a partire dalle strutture fonologiche parziali che le compongono (consapevolezza fonologica). Tenendo conto dell'età dei bambini è stata scelta una prova di fusione in cui le unità fonologiche presentate al bambino fossero le sillabe, piuttosto che i fonemi, dal momento che generalmente la capacità di operare con i fonemi si sviluppa in fasi successive dell'apprendimento (Goswami e Bryant, 1990). L'indice utilizzato nelle analisi successive è il punteggio totale alla prova dato dalla somma del numero di sillabe correttamente fuse.

4) Prova di *Denominazione Rapida Automatizzata* tratta dalla Batteria PACS-SI (Scalisi *et al.*, 2009), è una prova ispirata al compito di RAN (*Rapid Automatized Naming*) di Denckla e Rudel (1976) e valuta la capacità dei bambini di attribuire in modo automatico un'etichetta verbale a uno stimolo visivo di tipo familiare. Il punteggio finale consiste nella Velocità di Denominazione (numero di stimoli elaborati al minuto) data dal rapporto tra il totale degli stimoli denominati dal bambino (30) e il numero di minuti impiegati per denominarli.

5) La prova di *ricognizione di rime* tratta dal Test CMF (Marotta, Ronchetti, Trasciani e Vicari, 2004) è uno strumento che richiede il riconoscimento di rime, inteso come semplice abilità classificatoria e non come abilità di rievocazione, nella quale è maggiormente coinvolta l'abilità lessicale del bambino. L'indice è dato dal punteggio totale.

Le prove relative ai prerequisiti della matematica sono state tutte tratte dalla batteria BIN 4-6 (Molin, Poli e Lucangeli, 2007) e sono state scelte allo scopo di valutare l'area dei processi lessicali, l'area dei processi semantici e l'area dei processi pre-sintattici legati al numero.

1) La prova di *Enumerazione avanti e indietro* è una prova relativa all'area del conteggio che valuta la conoscenza delle prime sequenze numeriche. Vengono assegnati i due punteggi totali usati come indici sottraendo rispettivamente da 20 e da 10 il numero di errori commessi dal bambino.

2) La prova di *Corrispondenza nome-numero* è una prova relativa all'area dei processi lessicali che valuta se il bambino padroneggia con sicurezza il codice arabico. Il bambino deve indicare, scegliendo da un insieme di 3 numeri, qual è il numero pronunciato dall'esaminatore. È previsto il riconoscimento di 9 numeri e viene assegnato 1 punto per ogni risposta corretta. L'indice è il punteggio totale alla prova.

3) La prova di *Comparazione fra numeri arabici* è una prova finalizzata a indagare l'area dei processi semantici e analizza la capacità del bambino di effettuare il confronto usando una rappresentazione mentale del numero, basata sulla numerosità ed elicitata dal codice arabico. Il compito consiste nel confrontare tra loro due numeri scritti in codice arabico e decidere qual è il maggiore. Gli item sono 11 e di complessità diversa e viene assegnato 1 punto per ogni risposta corretta. L'indice è il punteggio totale alla prova.

4) La prova di *Corrispondenza tra codice arabico e quantità* ha lo scopo di verificare l'area dei processi pre-sintattici: tale prova indaga se il bambino ha acquisito il legame tra numero scritto in codice arabico e quantità corrispondente. Si tratta di un precursore della capacità di usare le regole del sistema numerico, le quali organizzano i sistemi di grandezza e i rispettivi codici verbali e scritti. Viene richiesto al bambino di indicare sui cartoncini la quantità di *dot* corrispondente al numero sopra indicato. Sono previsti 9 item e l'assegnazione di 1 punto per ogni risposta corretta. Anche in questo caso l'indice è dato dal punteggio totale alla prova.

Allo scopo di valutare la relazione tra FE e capacità scolastiche si è ritenuto molto importante tenere sotto controllo le competenze cognitive generali del bambino che sono state considerate per la selezione del campione e valutate mediante il test delle Matrici colorate di Raven (CPM) (Belacchi, Scalisi, Cannoni e Cornoldi, 2008).

Dal momento che le prove erano principalmente di tipo verbale, sono state tenute sotto controllo anche le competenze linguistiche del bambino che potrebbero influenzare significativamente l'indagine degli aspetti

di prerequisito soprattutto di lettura: sulla base di ciò è stato valutato il vocabolario recettivo del bambino mediante la somministrazione del *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT; Stella, Pizzoli e Tressoldi, 2000) il cui indice è stato utilizzato come variabile di controllo nelle analisi successive.

3.3. Analisi dei dati

È stata inizialmente condotta un'indagine descrittiva da cui è emerso che i punteggi delle quattro prove di prerequisito per la matematica avevano distribuzioni anomale: sono state effettuate le trasformazioni di tali punteggi con la formula y = arcsen (*x*) che hanno permesso di ottenere delle distribuzioni più vicine alla curva normale. È stata condotta un'analisi delle correlazioni per verificare l'esistenza di una relazione tra specifiche prove esecutive e specifiche prove relative ai prerequisiti specifici dell'apprendimento scolastico: è stato utilizzato il metodo della correlazione parametrica (*r* di Pearson) e delle correlazioni parzializzate per i punteggi riportati dai bambini alla prova del *Peabody Picture Vocabulary Test* (PPVT) come misura di controllo delle competenze linguistiche, al fine di controllare l'influenza delle competenze linguistiche nell'esecuzione delle prove. Per l'elevato numero di confronti è stata applicata la correzione di Bonferroni.

Si è quindi proceduto ad approfondire i legami rilevati tra le differenti prove esecutive e le competenze nelle prove di prerequisito mediante l'analisi di regressione lineare multipla (metodo *stepwise*): lo scopo era infatti quello di indagare la quantità di varianza predetta da ciascuna delle misure delle FE sulle singole prove di prerequisito di lettura e di matematica. Al fine di controllare anche l'eventuale influenza delle competenze linguistiche i modelli di regressione sono stati calcolati pesando per la prova di vocabolario del PPVT. È stata verificata l'eventuale presenza di collinearità: per ciascun modello, le diagnostiche di collinearità indicano che sia l'indice di Tolleranza sia il suo reciproco ovvero il *Variance Inflaction Factor* (VIF) rientrano nella norma. L'indice di collinearità (*condition index*) è inferiore a 15 in tutti i modelli. Dal *Test del Durbin Watson* non sono emerse correlazioni tra i residui.

4. Risultati

Nella tabella 1 sono riportate le statistiche descrittive relative alle 7 prove esecutive e alle 10 prove somministrate per studiare le abilità di base. Per ciascuna delle prove, sono stati calcolati i seguenti parametri

Tab. 1. *Statistiche descrittive della batteria delle prove relative alle Funzioni Esecutive e alle abilità di base*

	Media	DS	Minimo	Massimo	Skewness	Kurtosis
Circle Drawing Task	0,59	0,21	–0,08	0,90	–1,05	0,93
Torre di Londra	23,13	4,60	8,0	32,0	–0,60	0,73
Dual Request Selective Task	5,04	2,55	0	10	–0,18	–1,02
Backward Digit Span	1,93	0,86	0	4	–0,99	1,30
Fluenza Categoriale	27,08	7,07	10	45	0,16	0,08
Dimensional Change Card Sort	0,76	0,13	0,25	1,00	0,96	1,94
Test delle Campanelle	88,16	18,96	28	127	–0,87	1,89
Riconoscimento lettere	1,43	1,92	0	7	1,19	0,23
Velocità denominazione	43,78	10,22	21,2	65,2	–0,15	–0,52
Ripetizione non parole	52,04	6,04	33	60	–1,23	1,44
Fusione sillabe	58,74	12,85	13	85	–1,27	1,57
Ricognizione rime	4,48	–0,61	0	15	–0,61	–1,09
Enumerazione avanti	1,36	0,34	0,36	1,57	–1,61	1,47
Enumerazione indietro	1,24	0,57	0	1,57	–1,35	0,05
Corrispondenza nome-numero	8,78	0,6	6	9	–2,87	8,03
Comparazione numeri	1,39	0,32	0,37	1,57	–1,64	1,75
Corrispondenza numero-quantità	1,26	0,31	0,46	1,57	–0,37	–1,19
Test delle matrici di Raven	17,91	3,57	13	30	1,08	1,24
Peabody Picture Vocabulary Test	78,25	21,27	44	128	0,27	–0,82

statistici: la media e la relativa deviazione standard, i punteggi di massimo e minimo e i valori di Skewness e di Kurtosis.

Come si può vedere dalla tabella 1, la prova di «Corrispondenza nome – numero» è risultata molto semplice per i bambini del campione: la quasi totalità dei bambini è stata in grado di riconoscere i numeri proposti e di assegnare un nome al numero scritto in codice arabico. Tale prova non è stata pertanto oggetto delle indagini successive.

Come si può osservare nella tabella 2, in cui sono riportati i coefficienti di correlazione, non sono emerse associazioni tra tutte le prove ma è stata riscontrata una tendenza a particolari covariazioni: sono state rilevate associazioni significative tra la prova del *Circle Drawing Task* (che valuterebbe l'inibizione motoria continua) e la prova della Torre di Londra, tra la prova del *Dimensional Change Card Sort* (che valuterebbe la flessibilità cognitiva e la memoria di lavoro) e la Fluenza Categoriale e il *Backward Digit Span*, tra il Test delle Campanelle e il *Dual Request Selective Task*.

Le tabelle 3 e 4 mostrano le matrici di correlazione tra le prove tratte dalla batteria delle funzioni esecutive e rispettivamente le prove di prerequisito alfabetico e le prove di prerequisito matematico.

Da tale analisi sono emersi coefficienti di correlazione bassi o moderati, ma significativi, tra alcune prove che misurano le FE e alcune prove

Tab. 2. *Correlazioni di Pearson semplici tra punteggi alle singole prove esecutive*

N = 76	Circle Drawing Task (CDT)	Torre di Londra (ToL)	Dual Request Selective Task (DRST)	Backward Digit Span (BDS)	Fluenza categoriale (FC)	Dimensional Change Card Sort (DCCS)	Test Campanelle (TC)
CDT	1,00	0,30**	0,17	0,07	0,05	0,13	0,03
ToL		1,00	0,09	0,22	0,09	0,13	0,09
DRST			1,00	0,20	0,09	0,07	0,31**
BDS				1,00	0,03	0,37***	0,12
FC					1,00	0,32**	0,15
DCCS						1,00	0,09
TC							1,00

** = p <.01; * = p <.05 con Correzione di Bonferroni: *** = p <.001.

Tab. 3. *Correlazioni di Pearson semplici (e parzializzate per il PPVT) tra punteggi alle singole prove esecutive e i prerequisiti di lettura*

N = 76	Riconoscimento lettere	Velocità Denominazione	Ripetizione non parole	Fusione sillabe	Ricognizione rime
Circle Drawing Task	–0,01	0,15	0,09	0,24*	0,28*
(CDT)	(–0,00)	(0,14)	(0,07)	(0,24*)	(0,28*)
Torre di Londra	–0,10	0,25*	0,18	0,28*	0,34**
(ToL)	(–0,03)	(0,20)	(0,06)	(0,17)	(0,24*)
Dual Request Selective	–0,14	0,31**	–0,10	0,20	0,35**
Task (DRST)	(–0,10)	(0,27*)	(–0,20)	(0,12)	(0,28**)
Backward Digit Span	–0,37***	0,14	0,41***	0,42***	0,29*
(BDS)	(–0,31**)	(0,06)	(0,30**)	(0,30**)	(0,12)
Fluenza categoriale	0,14	0,15	0,18	0,28*	0,28*
(FC)	(0,23*)	(0,08)	(0,06)	(0,16)	(0,15)
Dimensional Change Card	–0,15	0,03	0,27*	0,29*	0,14
Sort (DCCS)	(–0,08)	(–0,06)	(0,16)	(0,17)	(–0,02)
Test Campanelle	–0,33**	0,32**	0,07	0,13	0,30**
(TC)	(–0,28*)	(0,27*)	(–0,06)	(–0,01)	(0,19)

** = p <.01; * = p <.05 con Correzione di Bonferroni: *** = p <.001.

relative ai prerequisiti di lettura e matematica. In particolare, per quanto riguarda le correlazioni tra prerequisiti di letto-scrittura e FE (tab. 3), controllando per le capacità linguistiche generali, è emerso il seguente *pattern* di associazione:

– tutte le prove di prerequisito correlano con la prova di memoria di lavoro verbale (*span* indietro) o con la prova di memoria di lavoro visuo-spaziale (DRST);

– le prove di fusione di sillabe e di ricognizione di rime correlano con la prova di controllo inibitorio (CDT); in particolare, la ricognizione di

TAB. 4. *Correlazioni di Pearson semplici (e parzializzate per il PPVT) tra punteggi alle singole prove esecutive e i prerequisiti di matematica*

N = 76	Enumerazione avanti	Enumerazione indietro	Comparazione numeri arabici	Corrispondenza numero quantità
Circle Drawing Task (CDT)	–0,10 (–0,12)	–0,07 (–0,08)	0,09 (0,07)	0,24* (0,23*)
Torre di Londra (ToL)	0,19 (0,08)	0,21 (0,16)	0,26* (0,15)	0,17 (0,12)
Dual Request Selective Task (DRST)	0,09 (0,01)	0,12 (0,08)	0,39*** (0,33**)	0,23* (0,20)
Backward Digit Span (BDS)	0,27* (0,14)	0,50*** (0,46***)	0,42*** (0,30**)	0,21 (0,16)
Fluenza Categoriale (FC)	0,39*** (0,30**)	0,09 (0,03)	0,44*** (0,35***)	0,41*** (0,38***)
Dimensional Change Card Sort (DCCS)	0,19 (0,07)	0,22 (0,16)	0,40*** (0,3**)	0,21 (0,16)
Test Campanelle (TC)	0,22 (0,12)	0,01 (–0,06)	0,23* (0,11)	0,02 (–0,04)

** = p <.01; * = p <.05 con Correzione di Bonferroni: *** = p <.002.

rime è significativamente associata all'accuratezza nella Torre di Londra, prova che misura la pianificazione, ma anche alcuni aspetti del controllo inibitorio;

– se si controlla per le abilità verbali, soltanto la prova di riconoscimento di lettere correla con una prova di flessibilità (FC) e la medesima prova insieme alla prova di Denominazione Rapida Automatizzata correlano con la prova di attenzione sostenuta (TC).

Effettuando la correzione di Bonferroni, nessuna delle correlazioni parzializzate è significativa, rimangono significative solo le associazioni di ordine zero tra il *Backward Digit Span* e le prove di Riconoscimento di Lettere, Ripetizione di Parole e Fusione di sillabe.

Per quanto riguarda la relazione tra FE e le prove di prerequisito della matematica, sono emerse correlazioni basse, che però rimangono per la maggior parte significative anche se si controlla per le abilità verbali e se si applica la correzione di Bonferroni: la prova di enumerazione indietro correla con il *Backward Digit Span*; la prova di comparazione di numeri e quella di corrispondenza nome-numero sono associate alla prova di Fluenza Categoriale.

Per misurare l'influenza delle variabili indipendenti, relative alle FE, sulla variabile dipendente, rappresentata dai prerequisiti scolastici di lettura e matematica sono state eseguite analisi di regressione lineare multipla (metodo *stepwise).*

I risultati di tali analisi relativamente all'acquisizione dei prerequisiti della letto-scrittura e della matematica sono riassunti rispettivamente nelle tabelle 5 e 6 che mostrano i modelli di regressione lineare aventi come variabile dipendente ciascuna prova di prerequisito e come variabili indipendenti o predittori tutte le prove esecutive della batteria.

Come si può vedere nella tabella 5, le prove esecutive spiegano una percentuale di varianza compresa tra il 12 e il 23% delle prove di prerequisito della letto-scrittura e una porzione di varianza superiore, compresa tra il 17 e il 29%, di quelle di matematica (tab. 6).

Analizzando le singole prove, per quanto riguarda i prerequisiti della letto-scrittura, la componente esecutiva esercita un peso soprattutto nella competenza della fusione di sillabe in cui le prove del *Backward Digit Span*, del *Circle Drawing Task* e della Fluenza Categoriale entrano significativamente nel modello di regressione e insieme vanno a spiegare il 23% della varianza: l'Anova del modello è significativa $F(3, 75) = 8{,}609$ $p < 0.001$.

Anche nella prova di riconoscimento di lettere le componenti esecutive di memoria di lavoro (*Backward Digit Span*) e di attenzione sostenuta (Test delle Campanelle) spiegano circa il 23% della varianza totale: l'Anova del modello è significativa $F(2, 75) = 12{,}394$ $p < 0.001$.

Per quanto riguarda le altre prove di prerequisito alfabetico, nella prova di Velocità di denominazione il 15% della varianza è spiegata dalla prova della Torre di Londra (ToL) e dal *Dual Request Selective Task* (DRST) e l'Anova del modello è significativa $F(2, 75) = 7{,}614$ $p = 0.001$.

Nella prova delle Ripetizioni di non parole entra nel modello di regressione solo la prova del *Backward Digit Span* (BDS) che spiega il 12% della varianza: l'Anova del modello è significativa $F(1, 75) = 10{,}990$ $p = 0.001$. Infine per quanto riguarda la prova di ricognizione di Rime, il *Dual Request Selective Task* (DRST) e la Torre di Londra (ToL) spiegano il 20% della varianza: l'Anova del modello è significativa $F(2, 75) = 10{,}410 < 0.001$.

In relazione alle prove sui prerequisiti di matematica, come si può osservare (tab. 6) alcune prove esecutive predicono una porzione di varianza significativa in tutte le prove: in particolare la più elevata porzione di varianza è spiegata nelle prove di comparazione di numeri: il 33% della varianza è predetta dalle prove del *Backward Digit Span* (BDS), del *Dual Request Selective Task* (DRST) e della Fluenza Categoriale (FC) e l'Anova del modello è significativa $F(3, 75) = 13{,}208$ $p < 0.001$. Nell'enumerazione indietro il 26% della varianza è spiegata dalla prova del *Backward Digit Span* (BDS), e l'Anova del modello è significativa $F(1, 75) = 27{,}231$ $p < 0.001$. Per le prove di enumerazione avanti e di corrispondenza tra numero arabico e quantità le prove esecu-

TAB. 5. *Regressioni lineari multiple controllate per il PPVT tra prove relative a FE e prove di prerequisito della letto-scrittura*

Modello	Prova pre-alfabetizz.	R^2	R^2 corretto	E.S.	Contributo singole prove del modello			
					Prova FE	B	E.S.	Beta
BDS, TC	Riconoscimento lettere	0,25	0,23	14,64	Backward Digit Span	–0,86	0,24	-0,37
					Test Campanelle	–0,03	0,01	-0,3
DRST, ToL	Velocità denominazione	0,17	0,15	83,1	Dual Request Selective Task	1,33	0,42	339
					Torre di Londra	0,49	0,24	0,21
BDS	Ripetizione non parole	0,13	0,12	47,4	Backward Digit Span	2,51	0,76	0,36
BDS, CDT, FC	Fusione di sillabe	0,26	0,23	92,6	Backward Digit Span	5,32	1,5	0,36
					Circle Drawing Task	12,44	5,59	0,23
					Fluenza Categoriale	0,36	0,18	0,21
DRST, ToL	Ricognizione rime	0,22	0,2	34	Dual Request Selective Task	0,53	0,17	0,32
					Torre di Londra	0,21	0,1	0,32

TAB. 6. *Regressione lineare multipla controllata per il PPVT tra prove relative alle FE e prove di prema tematica*

Modello	Prova Pre-matematica	R^2	R^2 corretto	E.S.	Contributo singole prove del modello			
					Prova FE	B	E.S.	Beta
FC, BDS	Enumerazione avanti	0,194	0,172	2,528	Fluenza Categoriale	0,016	0,005	0,349
					Backward Digit Span	0,098	0,040	0,255
BDS	Enumerazione indietro	0,269	0,259	4,193	Backward Digit Span	0,349	0,067	0,519
FC, BDS, DRST	Comparazione numeri	0,355	0,328	2,077	Fluenza Categoriale	0,016	0,004	0,388
					Backward Digit Span	0,102	0,034	0,292
					Dual Request Selective Task	0,028	0,011	0,253
FC, BDS	Corrispondenza numero/quantità	0,194	0,172	2,528	Fluenza Categoriale	0,017	0,005	0,365
					Backward Digit Span	0,090	0,040	0,234

tive spiegano il 17% della varianza totale: rispettivamente per l'enumerazione avanti entrano significativamente nel modello la Fluenza Categoriale (FC) e il *Backward Digit Span* (BDS) e l'Anova del modello è significativa $F(2, 75) = 8{,}763 < 0.001$, mentre per la prova di corrispondenza tra numero e quantità entrano nel modello la prova del *Backward Digit Span* (BDS) e della Fluenza Categoriale (FC) e l'Anova del modello è significativa $F(2, 75) = 8{,}871$ $p < 0.001$.

5. Discussione e conclusioni

Studi precedenti hanno messo in evidenza che i bambini che iniziano il percorso scolastico senza possedere delle adeguate abilità di autoregolazione sono significativamente più a rischio, con l'ingresso alla scuola primaria, di incorrere sia nel rifiuto da parte dei pari sia in bassi livelli di apprendimento scolastico (Cooper e Farran, 1988; Ladd *et al*., 1999; McClelland *et al*., 2000): è ormai ampiamente riconosciuta l'importanza dell'autoregolazione per il successo scolastico all'inizio della scuola primaria mentre meno approfondito risulta essere l'indagine del contributo delle capacità esecutive sulle abilità di base possedute prima degli apprendimenti formali: un ridotto numero di ricerche si sono occupate di questa fascia d'età ma i dati presenti in letteratura sono notevolmente interessanti se pur, talvolta, contrastanti (Willoughby *et al*., 2011) e derivanti da studi che hanno utilizzato come strumenti di indagine prove molto differenti tra loro.

L'obiettivo principale di questo studio era quello di fornire un contributo al relativamente recente filone di ricerca avente per oggetto l'indagine del ruolo delle funzioni esecutive sull'acquisizione dei prerequisiti scolastici nei bambini della scuola dell'infanzia. L'ipotesi di partenza derivante dall'analisi della letteratura (Espy *et al*., 2004; Blair e Razza, 2007; McClelland *et al*., 2007) era di confermare un'associazione tra il costrutto multidimensionale delle FE e le specifiche abilità di pre-alfabetizzazione e prematematica nell'ultimo anno della scuola dell'infanzia. Nonostante infatti un contenuto numero di ricerche si siano occupate di esaminare la relazione tra FE e prerequisiti scolastici alla scuola dell'infanzia, i risultati degli studi precedenti hanno suggerito l'importanza sull'acquisizione delle abilità di base nei bambini di alcuni specifici aspetti esecutivi quali attenzione, memoria di lavoro e controllo inibitorio (Bronson, 2000; Blair, 2002).

I risultati di questo studio hanno confermato l'esistenza di una relazione tra le capacità esecutive possedute dai bambini nell'ultimo anno della scuola dell'infanzia e l'acquisizione delle prime competenze alfabetiche e matematiche.

Per quanto riguarda i prerequisiti alfabetici, sono state identificate associazioni non particolarmente elevate, ma comunque significative tra particolari test della batteria delle FE e specifiche prove della batteria dei prerequisiti di lettura: questo dato è in linea con quanto ci si aspettava di trovare dal momento che le competenze esecutive non sono abilità specifiche per quello che riguarda l'acquisizione di competenze di base di tipo scolastico e in particolare per le abilità di tipo alfabetico.

Analizzando più precisamente le specifiche competenze esecutive, è emerso il coinvolgimento della memoria in tutte le prove di prerequisito

alfabetico, controllando per intelligenza e vocabolario posseduto dai bambini: la memoria di lavoro verbale e la memoria di lavoro visuospaziale avrebbero un ruolo nella prestazione alle prove di prerequisito alfabetico legate al saper manipolare i suoni della lingua, alla discriminazione visiva delle lettere e alla velocità di denominazione, come si deduce dal coinvolgimento delle prove del *Backward Digit Span* (BDS) e del *Dual Request Selective Task* (DRST) in tutte le prove di prerequisito.

È emersa inoltre una relazione tra alcuni aspetti del controllo inibitorio, rilevato attraverso la prova del *Circle Drawing Task* (CDT) e in parte attraverso la Prova della Torre di Londra, che richiede competenze esecutive complesse, e le prove legate alla consapevolezza fonologica. Le prove in cui entrerebbe in gioco una componente ascrivibile alla flessibilità cognitiva (quali la prova del *Dimensional Change Card Sort* e la prova della Fluenza categoriale) non hanno mostrato particolari associazioni con le prove di prerequisito alfabetico tenendo sotto controllo le competenze linguistiche.

L'analisi dei modelli predittivi ha messo in luce un peso degli aspetti esecutivi soprattutto nelle prove di consapevolezza fonologica: nella prova di fusione di sillabe e nella prova di ricognizione di rime la percentuale di varianza spiegata dagli aspetti esecutivi è intorno al 20% con una predominanza di aspetti legati presumibilmente al controllo inibitorio, alla memoria di lavoro e alla pianificazione. In entrambe le prove i bambini che possiederebbero migliori abilità nel tenere a mente e nel manipolare contemporaneamente più sillabe e nel controllare risposte continue sembrerebbero più avvantaggiati nell'esecuzione di prove di consapevolezza fonologica.

Relativamente alla prova di ripetizione di parole senza senso, la memoria di lavoro (identificata dalla prova del BDS) risulterebbe come predittore unico.

Anche per quanto riguarda Denominazione Rapida Automatizzata i risultati di questo studio mostrano come in età prescolare esercitino un peso significativo la componenti esecutive messe in gioco nella prova del *Dual Request Selective Task* (DRST) e della Torre di Londra (ToL) sulla competenza nella prova.

Per quanto riguarda l'area matematica, diversi studi precedenti hanno dimostrato il peso delle FE sull'acquisizione delle prime competenze matematiche in età prescolare (Espy *et al.*, 2004; Noël, 2009; Clark, Pritchard e Woodward, 2010). Meno chiaro è lo specifico ruolo delle singole componenti esecutive rispetto alle abilità di base di tipo numerico in età prescolare: gli studi presenti in letteratura hanno utilizzato prove per valutare gli aspetti esecutivi che differiscono tra loro e rendono difficile la generalizzazione dei risultati. Un ruolo centrale è stato attribu-

ito alla memoria di lavoro posseduta all'inizio del primo anno di scuola primaria rispetto alla facilità di apprendere competenze matematiche derivanti dai primi insegnamenti formali (Passolunghi *et al.*, 2007). In altri studi sull'età prescolare è emerso anche il coinvolgimento del controllo inibitorio misurato attraverso compiti che richiedono di inibire una risposta di tipo motorio (Espy *et al.*, 2004; Blair e Razza, 2007).

In questa ricerca sono state prese in esame la capacità di enumerazione, la capacità di confrontare numeri e la capacità di identificare la relazione numero-quantità e confrontate con la competenza in prove esecutive.

I risultati hanno confermato quanto già riscontrato in altri studi sui primi apprendimenti aritmetici (Noël, 2009; Clark *et al.*, 2010): la prestazione nelle prove di prerequisito per la matematica è predetta da diverse componenti esecutive, con un coinvolgimento della memoria di lavoro in tutte le prove di prerequisito. L'analisi dei modelli di regressione ha messo in luce rispetto alla capacità di contare (sia in avanti sia all'indietro) un significativo contributo della memoria di lavoro e della flessibilità cognitiva valutate attraverso le prova del *Backward Digit Span* (BDS) e della Fluenza Categoriale (FC): questo dato sembra essere in linea con la possibilità che il bambino non abbia ancora automatizzato la linea dei numeri e che eserciti quindi uno sforzo nel passare da un numero all'altro e nel tenere a mente i numeri già pronunciati.

Le prove di memoria di lavoro sia uditiva sia visuospaziale (*Backward Digit Span* e *Dual Request Selective Task*) e della flessibilità (Fluenza Categoriale) predicono significativamente anche gli aspetti semantici della cognizione numerica: è possibile che il bambino, per decidere quale tra due numeri è il più grande, debba ancora immaginarsi le due quantità o la linea dei numeri e passare flessibilmente dal codice numerico a quello delle quantità.

Infine anche nella prova di Corrispondenza tra numero arabico e quantità, che valuta gli aspetti pre-sintattici del numero entrano significativamente in gioco le FE attraverso al prova del *Backward Digit Span* (BDT) e della Fluenza Categoriale (FC): questo dato farebbe pensare a un coinvolgimento della capacità di tenere a mente e contemporaneamente manipolare e confrontare quantità e passare flessibilmente dal codice quantità al codice numerico corrispondente. Questo dato è plausibile nel momento in cui si analizza il fatto che nell'effettuare la prova il bambino non sia ancora in grado di rappresentarsi le quantità senza prima contare i singoli elementi. Deve pertanto effettuare un compito di enumerazione avanti, passando da un numero a quello successivo, e muoversi flessibilmente dal codice arabico alla rappresentazione della quantità in un altro codice.

È dunque possibile che in questa fascia d'età in cui i bambini non hanno ancora automatizzato alcune competenze numeriche per eseguire le prove sia necessario ricorrere a un carico esecutivo. In particolare rispetto alla matematica, i bambini non avendo ancora chiara la linea dei numeri né le quantità debbano fare ricorso in particolare alla memoria di lavoro e alla flessibilità che quindi incidono sulla prestazione nelle varie prove proposte.

In generale i risultati mostrano una più stretta relazione tra Funzioni Esecutive e prerequisiti dell'area matematica rispetto a quelli dell'area alfabetica.

L'identificazione di una relazione precoce tra specifiche componenti delle FE e sviluppo delle competenze alfabetiche e numeriche potrebbe avere delle implicazioni importanti nei contesti educativi.

Questi risultati suggeriscono l'importanza di sostenere lo sviluppo delle funzioni esecutive in età prescolare non soltanto per favorire l'acquisizione di maggiori capacità di controllo del comportamento, ma anche per la costruzione dei prerequisiti specifici dell'apprendimento che a loro volta influenzano l'emergere degli apprendimenti sia delle abilità alfabetiche sia di quelle matematiche.

6. Riferimenti bibliografici

Anderson, V. (1998). Assessing executive functions in children: Biological, psychological, and developmental considerations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8 (3), 319-349.

Bachorowski, J.A., Newman, J.P. (1985). Impulsivity in adults: Motor inhibition and time-interval estimation. *Personality and Individual Differences*, 6, 133-136.

Belacchi, C., Scalisi, T.G., Cannoni, E., Cornoldi, C. (2008) (a cura di). *Raven's Coloured Progressive Matrices (CPM)*. Firenze: Giunti O.S.

Biancardi, A., Stoppa, E. (1997). Il test delle Campanelle modificato: una proposta per lo studio dell'attenzione in età evolutiva. *Psichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza*, 64, 73-84.

Bisiacchi, P.S., Cendron, M., Gugliotta, M., Tressoldi, P.E., Vio, C. (2005). *BVN 5-11. Batteria di valutazione neuropsicologica per l'età evolutiva*. Trento: Erickson.

Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of child functioning at school entry. *American Psychologist*, 57, 111-127.

Blair, C., Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 76, 554-567.

Bronson M.B. (2000). *Self-regulation in early childhood*. New York: Guilford Press.

Bull, R., Espy, K.A., Wiebe, S.A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of math-

ematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 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, 273-293.

Clark, A.C., Pritchard, V.E., Woodward, L.J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics. *Developmental Psychology*, 46 (5), 1176-1191.

Cooper, D.H., Farran, D.C. (1988). Behavioral risk factors in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 3, 1-19.

Cornoldi, C., Miato, L., Molin, A., Poli, S. (1999). *PRCR 2. Prove di prerequisito per la diagnosi delle difficoltà di lettura e scrittura*. Firenze: O.S.

Cornoldi, C., Marzocchi, G.M., Belotti, M., Caroli, M.G., De Meo, T., Braga, C. (2001). Working memory interference control deficit in children referred by teachers for ADHD symptoms. *Child Neuropsychology*, 7, 230-240.

De Jong, P.F., van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 91, 450-476.

De Jong, P.F., van der Leij, A. (2003). Developmental changes in the manifestation of a phonological deficit in dyslexic children learning to read a regular orthography. *Journal of Educational Psychology*, 95, 22-40.

Denkla, M. (1996). A theory and model of executive function: A neuropsychological perspective. In G.R. Lyon e N.A Krasnegor (a cura di), *Attention, memory and executive function*. Baltimore, MD: Paul H. Brookes, pp. 263-278.

Denckla, M.B., Rudel, R.G. (1976). Rapid automatized naming (R.A.N.): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia*, 14, 471-479.

Diesfeldt, H.F.A. (2004). Executive functioning in psychogeriatric patients: Scalability and construct validity of the Behavioral Dyscontrol Scale (BDS). *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19, 1065-1073.

Espy, K.A., Mc Diarmid, M., Cwik, M.F., Stalets, M., Hamby, A., Senn T.E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26 (1), 465-486.

Fancello, G., Vio, C., Cianchetti, C. (2006). *TOL. Torre di Londra. Test di valutazione delle funzioni esecutive (pianificazione e problem solving)*. Trento: Erickson.

Foulks, B., Morrow, R.D. (1989). Academic survival skills for the young child at risk for school failure. *Journal of Educational Research*, 82, 158-165.

Geary, D.C., Hoard, M.K., Bird-Craven, J., Nugent, L., Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78 (4), 1343-1359.

Gersten, R., Jordan, N.C., Flojo, J.R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of learning Disabilities*, 38, 293-304.

Geurts, H.M., Verté, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., Sergeant, J.A. (2005). ADHD subtypes: Do they differ in their executive functioning profile? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 457-477.

Holopainen, L., Ahonen, T., Tolvanen, A., Lyytinen, H. (2000). Two alternative ways to model the relation between reading accuracy and phonological awareness at preschool age. *Scientific Studies of Reading*, 4 (2), 77-100.

Hughes, C., Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions? *Child and Adolescent Mental Health*, 7, 131-142.

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

Klenberg, L., Korkman, M., Lahti-Nuuttila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20, 407-428.

Ladd, G.W., Birch, S.H., Buhs, E.S. (1999). Children's social and scholastic lives in kindergarten: Related spheres of influence? *Child Development*, 70, 1373-1400.

Lanfranchi, S., Cornoldi, C., Vianello, R. (2004). Verbal and visual-spatial working memory deficits in children with Down syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 109 (6), 456-466.

Lehto, J.E., Juujärvi P., Kooistra L., Pulkkinen L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59-80.

Lin, H.L., Lawrence, F.R., Gorrell, J. (2003). Kindergarten teachers' view of children's readiness for school. *Early Childhood Research Quarterly*, 18, 225–237.

Marotta, L., Ronchetti, C., Trasciani, M., Vicari, S. (2004). *Test CMF. Valutazione delle competenze meta fonologiche*. Trento: Erickson.

Marzocchi, G.M., Oosterlaan, J., Zuddas, A., Cavolina, P., Geurts, H., Redigolo, D., Vio, C., Sergeant, J.A. (2008). Contrasting deficits on executive functions between ADHD and reading disabled children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 49 (5), 543-552.

Mazzoncini, B., Freda, M.F., Cannarsa, C., Sordellini, A. (1996). Prevenzione dei Disturbi di Apprendimento nella scuola materna: ipotesi per una batteria di screening. *Psichiatria dell'Infanzia e dell'Adolescenza*, 63, 227-245.

McClelland, M., Morrison, F.J., Holmes, D.L. (2000). Children at risk for early academic problems: The role of learning-related social skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 15 (3), 307-329.

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

Molin, A., Poli, S., Lucangeli, D. (2007). *BIN 4-6. Batteria per la valutazione dell'intelligenza numerica.* Trento: Erickson.

Noël, M.P. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology*, 45 (6), 1630-1643.

Nigg, J.T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, *126*, 220-246.

Passolunghi, M.C., Vercelloni, B., Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22, 165-184.

Raven, J.C. (1947). *Progressive matrices. Set A, Ab, B, Board and book form.* London: H.K.

Re, A.M., Cornoldi, C. (2007). ADHD at five: A diagnosis-intervention program. *Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, 20, 223-240.

Re, A.M., De Franchis, V., Cornoldi, C. (2010). A working memory control deficit in kindergarten ADHD children. *Child Neuropsychology*, 16, 134-144.

Scalisi, T.G., Pelagaggi, D., Fanini, S., Desimoni, M., Romano, L. (2009). *PACS-SI. Prove di abilità cognitive per la scuola dell'infanzia*. Roma: Edizioni Infantiae.

Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H.M., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., Vlasveld, L., Sergeant, J.A.. (2004). Executive functioning in AD/HD: Primarily an inhibition deficit? *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 569-594.

Senn, T.E., Espy, K.A., Kaufmann, P.M. (2004). Using path analysis to understand executive functions organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 445-464.

Sluis van der, S., De Jong, P.F., Leij van der, A. (2007). Executive functioning in children and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35, 427-449.

Stella, G., Pizzoli, C., Tressoldi, P. (2000). *Peabody Picture vocabulary test (PPVT). Adattamento Italiano e standardizzazione*. Torino: Omega Edizioni.

Usai, M.C., Viterbori, P. (2008). Funzioni esecutive in età prescolare: rapporti con i primi apprendimenti. In R. Nicoletti, E. Ladavas e P. Tabossi (a cura di), *Attenzione e cognizione*. Bologna: Il Mulino, pp. 225-235.

Welsh, M.C., Satterlee Cartmell, T., Stine, M. (1999). Towers of Hanoi and London: Contribution of working memory and inhibition to performance. *Brain and Cognition*, 41, 231-242.

Wiebe, S., Espy, K., Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44 (2), 575-587.

Willoughby, M.T., Kupersmidt, J.B., Voegler-Lee, M.E. (2011). Is preschool executive function causally related to academic achievement? *Child Neuropsychology*, 18 (1), 79-91.

Wimmer, H., Mayringer, H., Landerl, K. (2000). The double deficit hypothesis and difficulties in learning to read a regular othography. *Journal of Educational Psychology*, 92, 668-680.

Zelazo, P.D. (2006). The dimensional change card sort (DCCS): A method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-230.

[*Ricevuto il 3maggio 2011*]
[*Accettato il 26 marzo 2012*]

Emerging math and literacy ability in kindergarten: The Executive Function's role

Summary. This study is aimed to examine the role of Executive Function (EF) in emerging math and literacy ability in 5-to-6 years old children attending the last year of kindergarten. Some aspects of EF in preschool have been found related to succeeding measures of academic ability, suggesting a close and specific relationship between EF during preschool period and early academic achievement. Seventy-six children were evaluated during their last year of kindergarten. Every child was evaluated on a comprehensive battery of 7 tests assessing different cognitive abilities related to EF and on a battery assessing emerging literacy and math abilities. Some EF measures assessed in preschool were found to be associated with early literacy and mathematics achievement.

Keywords: executive function, kindergarten, achievement, literacy, math, inhibition.

Per corrispondenza: Maria Carmen Usai, Dipartimento di Scienze della Formazione (DISFOR), Università di Genova, Corso A. Podestà 2, 16128 Genova. E-Mail: maria.carmen.usai@unige.it