

Una prova di span di memoria di lavoro fonologica associativa (span di MLFA) utile per l'assessment nella dislessia

Arianna Antonello,¹ Barbara Carretti,¹ Laura Di Criscienzo,¹ Enrico Toffalini¹ e Cesare Cornoldi¹

Sommario

La ricerca sulla dislessia sta mettendo sempre più in luce che il disturbo può essere prodotto dalla concomitanza di una serie di fattori e che un assessment completo può includere, oltre alle prove classiche di apprendimento e di intelligenza, anche prove che esaminano il ruolo di questi fattori e, in primo luogo, quello della Memoria di Lavoro Fonologica. Il presente lavoro presenta una nuova prova (span di MLFA) per esaminare la Memoria di Lavoro Fonologica, che include la considerazione dei meccanismi associativi che sembrano particolarmente importanti nell'apprendimento della lettura e offre dati normativi per le fasce scolastiche dalla quarta primaria alla seconda secondaria di I grado. L'agilità della prova e la sua capacità di cogliere aspetti fondamentali della lettura e della dislessia suggeriscono di includerla nell'assessment di routine.

Parole chiave

Memoria di Lavoro Fonologica, Processi associativi, Dislessia, Assessment.

¹ Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova.

An associative working memory span test useful in the assessment of dyslexia

Arianna Antonello,¹ Barbara Carretti,¹ Laura Di Criscienzo,¹ Enrico Toffalini¹
and Cesare Cornoldi¹

Abstract

Increasing evidence shows that a reading disorder may be the consequence of a series of concurring factors and its complete assessment could include, not only the classical learning and intelligence tests but also tests examining the role of these factors and most importantly of Phonological Working Memory. This paper presents a new Phonological Working Memory test (span di MLFA - Associative Phonological Working Memory Span), which takes into consideration its associative component, a component proving crucial in reading acquisition. Procedure and normative values for years 4-7 are presented. The agility of the procedure of the test and its informative power lead us to recommend its use in the standard assessment of dyslexia.

Keywords

Phonological Working Memory, Associative processes, Dyslexia, Assessment.

¹ Department of General Psychology, University of Padua.

Negli ultimi anni si è imposto un approccio multicausale allo studio dei disturbi del neurosviluppo e in particolare della dislessia, in contrapposizione all'idea che un disturbo possa essere causato da un singolo «core deficit».

L'approccio multifattoriale proposto da Pennington (2006) prevede, infatti, che ci siano una serie di cause che concorrono allo sviluppo di un disturbo del neurosviluppo e che tali cause siano presenti anche in diversi disturbi, a spiegazione dell'alta comorbidità tra questi disturbi.

Questa interpretazione offre una chiave di lettura per la variabilità e la complessità caratterizzanti i disturbi dell'apprendimento, come ben osservabile nella pratica clinica.

In un approccio multicausale è utile non limitarsi alla considerazione di un singolo, sia pur importante, fattore, ma evidenziare come altri fattori potrebbero contribuire.

In particolare nel caso della dislessia risulta sicuramente fondamentale fare riferimento ai parametri della correttezza e della rapidità nelle classiche prove di lettura di brano, parole e non parole, come suggerito dalle Consensus Conference (2011), ma vi sono anche importanti aspetti sottostanti implicati nel disturbo della lettura e misurabili in sede di assessment e valutazione clinica per delineare in modo più puntuale il profilo funzionale dell'individuo.

Nella dislessia evolutiva, infatti, si è riscontrato che risultano, ad esempio, carenti sia la velocità di elaborazione, che potrebbe spiegare la mancata automatizzazione nella lettura, sia la memoria di lavoro, particolarmente nella sua componente fonologica.

Le difficoltà, dal punto di vista fonologico, emergono anche in compiti di «consapevolezza fonologica», ossia la capacità di capire che le parole sono formate da suoni e di elaborarli.

La consapevolezza fonologica è presente, nello sviluppo tipico, fin dal periodo prescolare e indagabile attraverso alcune prove di prerequisito; ma è stato riscontrato che questa capacità è carente non solo nei bambini, ma anche negli adulti con dislessia (Hatcher, Snowling e Griffiths, 2002).

Numerose ricerche hanno dimostrato che uno dei fattori che contribuisce all'apprendimento della lettura è rappresentato dalla capacità di apprendere associazioni, cioè di operare un binding tra due informazioni.

Si pensa che questo sia importante per la lettura (e per altri apprendimenti) perché il bambino deve acquisire molti legami associativi, ad esempio fra forma e suono delle lettere e delle parole, fra suoni di parti di parole per accedere rapidamente alla parola.

La ricerca, però, si era orientata a considerare la capacità di formare associazioni a lungo termine e solitamente con una quantità di materiale da apprendere attraverso ripetute presentazioni sempre superiore rispetto allo span del bambino. Alcuni studi avevano anche riguardato la memoria di lavoro, ma queste

associazioni prevedevano un'integrazione di informazioni provenienti da canali sensoriali diversi, questo è il caso del binding crossmodale.

Nei compiti di apprendimento associativo (paired-associative learning; PAL) i bambini devono dapprima codificare coppie di stimoli presentati, successivamente, presentando il primo stimolo, dovrebbero recuperare il secondo. Questa tipologia di compiti sembra catturare le abilità di base che caratterizzano l'apprendimento della lettura e, di conseguenza, le difficoltà presenti nel disturbo della lettura (ad esempio, Jones et al., 2018; Muter et al., 2004).

I risultati riscontrati nei compiti PAL sono migliori nei lettori tipici e, in questi, possono migliorare ulteriormente attraverso l'esercizio di ripetizione, rispetto agli individui con dislessia (Jones et al., 2018).

Infatti, il processo che prevede l'associazione di due stimoli è implicato a differenti livelli nel processo di apprendimento della lettura. In particolare, i bambini non devono imparare semplicemente a integrare la forma scritta delle lettere con il loro output fonologico, ma anche a integrare gruppi di lettere sia visivamente che fonologicamente per poter accedere più velocemente alla parola nella sua interezza.

La letteratura finora ha considerato differenti tipologie di compiti PAL. In particolare, è stato visto come possa essere un requisito fondamentale il recupero dell'output fonologico (Litt et al., 2019) e che la presenza di materiale fonologico può essere importante per individuare in modo più preciso la fragilità presente nelle difficoltà di apprendimento della lettura.

Un esempio di questo si può trovare nello studio di Clayton, Sears, Davis, e Hulme (2018) dove sono stati somministrati sei compiti PAL tutti differenti (fonema con fonema, stimolo visivo con fonema, stimolo non verbale con stimolo non verbale, stimolo visivo con stimolo non verbale e stimolo visivo con non parola) considerando sia fonemi familiari che non parole. Lo studio ha visto la partecipazione di 97 bambini con età compresa tra 8 e 10 anni. Dallo studio è emerso che il miglior predittore per l'abilità di lettura era una variabile latente articolatoria-uditiva e questa potrebbe essere un'evidenza a favore della relazione tra PAL e apprendimento della lettura. Gli autori dello studio hanno somministrato anche dei compiti di lettura di parole e non parole; da qui non sono emerse chiare differenze, mentre altri studi hanno rivelato delle differenze che dipendevano dalla tipologia di compito di lettura somministrato, dimostrando l'importanza di prevedere sempre la somministrazione sia un compito di lettura di parole che uno di lettura di non parole.

L'abilità di integrare diverse informazioni sembrerebbe un punto più cruciale per quanto riguarda lo sviluppo dell'abilità necessaria per riconoscere le parole, mentre per le non parole, stringhe di lettere prive di significato, l'analisi separata delle singole componenti fonologiche, e non l'integrazione, potrebbe essere fondamentale e necessaria.

L'ipotesi secondo cui l'integrazione di informazioni diverse potrebbe essere alla base dello sviluppo dell'abilità di riconoscimento delle parole, mentre l'analisi separata di singoli elementi fonologici potrebbe essere alla base della lettura di non parole, sembra essere considerata in letteratura. Nello studio di Mourgues e colleghi (2016), per citarne uno, sono stati somministrati due diversi compiti di PAL verbale-visivo a dei bambini zambiani. Dallo studio è emerso che i bambini a rischio per difficoltà di lettura ottenevano prestazioni più basse in entrambi i compiti, ma soltanto la prestazione nel compito di lettura di parole era predetta da entrambi i compiti PAL.

Un risultato simile è quello emerso dallo studio di Hulme, Goetz, Gooch, Adams, e Snowling (2007) in cui gli autori hanno individuato che i compiti PAL sono più correlati a compiti di lettura di parole rispetto a compiti di lettura di non parole: sia la capacità di delezione del fonema che il compito PAL visivo-verbale predicevano una misura composita di lettura di singola parola e di lettura di parole irregolari, mentre la lettura di non parole era predetta soltanto dalla capacità di delezione del fonema.

Va precisato che, la maggior parte dei risultati presenti in letteratura sono ottenuti considerando bambini che imparano a leggere in lingua inglese, una lingua con un'ortografia opaca, e riguardano l'accuratezza della lettura.

I pochi studi riguardanti lingue con un'ortografia trasparente hanno ottenuto, invece, risultati poco chiari. Alcuni di questi hanno mostrato una relazione tra PAL e una misura di fluenza nella lettura di parole (Horbach et al., 2015), mentre da altri non è emersa (ad esempio, Lervåg, Bråten e Hulme, 2009; Poulsen e Elbro, 2018).

Anche negli studi condotti che hanno visto il coinvolgimento di bambini con dislessia (ad esempio, Mayringer e Wimmer, 2000; Messbauer e De Jong, 2003) è stato individuato il ruolo dei compiti PAL in relazione alla prestazione nella lettura. Ad esempio, Litt e Nation (2014) hanno mostrato che il deficit nell'esecuzione di compiti PAL nei bambini con dislessia rispecchiava esattamente le difficoltà con la componente fonologica del compito più che una difficoltà di fare associazioni crossmodali tra gli stimoli presentati.

L'importanza della componente fonologica nell'apprendimento della lettura ha portato gli studiosi a concentrarsi sullo studio delle componenti della memoria di lavoro che sono sottostanti all'apprendimento più a lungo termine. Infatti, è stato mostrato che la componente fonologica della memoria di lavoro è alla base sia dell'apprendimento del linguaggio che della lettura (ad esempio, Baddeley, 1986) e che la prestazione nelle misure tipiche di memoria di lavoro di tipo fonologico-verbale, come il classico digit-span, risulta deficitaria nella dislessia (ad esempio, Giofrè et al., 2016; Toffalini, Giofrè e Cornoldi, 2017).

Gli studi si sono tuttavia concentrati di più sui compiti PAL che prevedevano un richiamo di associazioni a lungo termine più che un richiamo di associazioni

che coinvolgesse la memoria di lavoro. E, invece, portare l'attenzione sulla memoria di lavoro sarebbe necessario per molte ragioni e in particolare, in primo luogo, perché potrebbero essere sia la capacità di elaborazione che la memoria di lavoro a sorreggere l'apprendimento associativo a lungo termine; in secondo luogo, perché è clinicamente molto più agevole valutare la memoria di lavoro che l'apprendimento a lungo termine.

Di recente, tuttavia, è stata evidenziata anche l'importanza della capacità della memoria di lavoro di fare associazioni (binding) fra due caratteristiche di uno stimolo (ad esempio, la sua forma visiva e il suo suono) o fra due stimoli.

In particolare, alcuni studi hanno indagato la capacità di binding crossmodale. Dallo studio di Jones, Branigan, Parra e Logie (2013) emerge che persone adulte con dislessia ottenevano punteggi inferiori in un compito di binding crossmodale. Questo risultato emerge anche da una serie di studi in cui sono stati coinvolti soggetti in età evolutiva (Albano, Garcia e Cornoldi, 2016; Garcia et al., 2014; Toffalini et al., 2017).

Va precisato che, nonostante sia stato impiegato un ricordo immediato degli stimoli, in questi studi la quantità di materiale presentato era superiore rispetto allo span dei bambini e di conseguenza prevedeva anche un coinvolgimento della memoria a lungo termine.

Nello studio di Toffalini, Marsura, Basso Garcia e Cornoldi (2019) si è tuttavia indagata la capacità di binding crossmodale in memoria di lavoro per associazioni visive-fonologiche attraverso una procedura di span simile a quella adottata nella batteria multicomponentiale per la misurazione dell'intelligenza WISC-IV (Wechsler, 2003) e in particolare nel subtest in cui è previsto un digit span. Dallo studio emerge che i bambini con dislessia evolutiva hanno uno span minore rispetto ai bambini con sviluppo tipico della lettura sia nel ricordo di un'associazione tra una figura senza senso e una non parola che viceversa. Inoltre, la differenza rimane significativa anche controllando per le misure di memoria di lavoro sia verbale che non verbale.

Queste osservazioni hanno trovato ulteriore sostegno in una ricerca che si è specificamente interessata della memoria associativa fonologica. I dati di Carretti, Cornoldi, Antonello, Di Criscienzo e Toffalini (2021) dimostrano che, per esplorare questa componente, è sufficiente esaminare l'aspetto sottostante rappresentato dalla Memoria di Lavoro.

In particolare, uno span di MLFA (denominabile anche di «binding unimodale» — fonologico — perché lega due informazioni che implicano lo stesso canale sensoriale) può essere particolarmente utile e, essendo una prova agile di rapida somministrazione, può essere proposta tutte le volte in cui si vuole evidenziare il ruolo della Memoria di Lavoro Fonologica in un caso di DSA. Questo lavoro è volto a presentare una prova di span di memoria di lavoro fonologica associativa (span di MLFA) e a fornirne i dati normativi.

La prova

La prova (in Appendice) è composta da diciotto sequenze di coppie formate da non parole. Le diciotto sequenze sono suddivise in tre livelli, corrispondenti, rispettivamente, a un livello di span di due, tre e quattro elementi. Per ciascun livello sono previste sei sequenze, poste in ordine di difficoltà crescente.

Il primo livello comprende le prime sei sequenze, formate da coppie di non parole. Le prime tre sequenze sono costituite da coppie di digrammi, le restanti (dalla sequenza quattro alla sequenza sei) da coppie di trigrammi. Tale livello stabilisce uno «span» di due elementi.

Il secondo livello si riferisce alle sequenze sette-dodici. Le sequenze che vanno dalle sette alle nove sono costituite da coppie di digrammi; le altre, dalla dieci alla dodici, da coppie trigrammi. Tale livello stabilisce uno span di tre elementi.

Il terzo e ultimo livello si riferisce alle sequenze tredici-diciotto; in particolare, la sequenza tredici è costituita da coppie di digrammi, la sequenza quattordici è costituita da coppie di trigrammi, le sequenze quattordici e quindici da coppie di digrammi e trigrammi, la sequenza sedici da coppie di trigrammi e le sequenze diciassette e diciotto sono costituita da coppie di trigrammi e quadrigrammi.

La somministrazione della prova prevede principalmente due fasi che verranno esplicitate nel prossimo paragrafo.

Fase 1: presentazione e codifica

La somministrazione prevede una prima fase di presentazione orale delle coppie di non parole da parte dell'esaminatore e la ripetizione, da parte del bambino, delle stesse, per assicurarsi che sia avvenuta correttamente la codifica. La presentazione è chiara e lenta, con un primo intervallo della durata di un secondo fra i due elementi della coppia letti dall'esaminatore, e un secondo, definito dal tempo richiesto al bambino per ripeterla, fra una coppia e l'altra.

Esempio (rifacendosi alla prima colonna del protocollo riportato in Appendice).

1. L'esaminatore legge la prima coppia di sillabe «GE -CA» e chiede al bambino di ripeterla ad alta voce, per verificare il processo di decodifica.
2. Il bambino ripete la prima coppia di sillabe.
3. L'esaminatore legge dal protocollo la seconda coppia di sillabe «RO-IT» e chiede al bambino di ripetergliela ad alta voce.

In questa fase, se il bambino non ripete in modo corretto una delle due coppie, l'esaminatore può ripetere la coppia in questione, facendola pronunciare nuovamente al bambino.

Fase 2: Test

La fase test comincia non appena il bambino ha ripetuto l'ultima coppia della serie. In questa fase, l'esaminatore fa riferimento alla seconda colonna del protocollo, nella quale sono richiamati gli item della prima colonna, posti in ordine randomizzato (ad esempio, «RO-IT» – «GE-CA»).

La rievocazione delle coppie avviene nell'ordine predefinito e riportato nella seconda colonna del protocollo; l'esaminatore, richiama il primo elemento della coppia e attende che il bambino ricordi l'elemento complementare. Nella terza colonna, segna quante coppie della sequenza sono state correttamente ricordate.

In questa fase, se il bambino sbaglia a richiamare la coppia, non è possibile ripetere la coppia in questione; l'esaminatore segna zero e procede con le coppie successive.

Se il bambino tace per più di 5 secondi o riporta di non ricordare l'elemento richiestogli, l'esaminatore passa alla coppia successiva.

Esempio (rifacendosi alla seconda colonna del protocollo).

1. L'esaminatore legge: «RO»
2. Il bambino deve dire «IT»
3. L'esaminatore legge «GE»
4. Il bambino deve dire «CA».

Attribuzione dei punteggi e correzione della prova

Se le coppie vengono entrambe ricordate correttamente, nella terza colonna delle risposte, l'esaminatore segnerà due e passerà alla sequenza successiva; se viene ricordata solo una delle due coppie, l'esaminatore segnerà uno; se nessuna delle due coppie viene ricordata, segnerà zero. Ci si ferma quando il bambino sbaglia consecutivamente tre sequenze. Quindi, il bambino potrebbe teoricamente avere sbagliato molte serie, ma mai tre consecutive: in questo caso il test deve procedere (il caso è comunque raro perché di solito il bambino si ferma a una certa lunghezza della lista di coppie e non riesce a procedere).

Ai fini del calcolo del Punteggio fondamentale, vengono considerate esatte solo le sequenze interamente corrette.

Poiché la richiesta fatta al bambino è quella di ricordare esattamente l'intera sequenza presentatagli, il punteggio fondamentale è infatti rappresentato, come nelle prove di span della WISC-IV, dal numero di sequenze perfettamente ricordate.

Vi sono due punteggi aggiuntivi che si consiglia di usare, però, solo per finalità particolari: livello di span e numero di coppie ricordate. In base al numero di elementi presenti nell'ultima sequenza interamente ricordata, è possibile stabilire

infatti un «livello di span», che potrà essere di due (se la prova si interrompe alle sequenze uno-sei con almeno una sequenza riprodotta correttamente), tre (se la prova si interrompe alle sequenze sette-dodici) oppure di quattro (se la prova si interrompe alle sequenze tredici-diciotto). Forniamo di seguito un esempio: se l'ultima sequenza ricordata correttamente dal bambino è la sequenza 6, egli avrà uno span di 2; se il bambino giunge alla sequenza 9, sbagliando le sequenze sette e otto, avrà comunque uno span di 3.

Può essere, inoltre, calcolato un ulteriore Punteggio, come somma delle singole coppie ricordate, a prescindere dalla correttezza dell'intera sequenza (numero delle singole coppie ricordate, anche non appartenenti alla stessa sequenza).

Riassumendo, la prova permette di calcolare tre punteggi:

1. numero di sequenze interamente ricordate
2. livello di «span»
3. numero di coppie ricordate

Standardizzazione

La somministrazione ha coinvolto in totale 464 bambini e ragazzi (di cui 438 a sviluppo tipico e 26 con diagnosi di dislessia), di cui 212 maschi e 236 femmine per quanto riguarda il campione di controllo e 17 maschi e 9 femmine per il campione clinico, frequentanti scuole del Veneto e della Campania.

Per i dati normativi si terranno conto dei dati raccolti dal campione di controllo di cui si riportano di seguito alcune specifiche. Sono state esaminate le classi quarta ($N = 118$) e quinta ($N = 120$) della scuola primaria e la prima ($N = 102$) e seconda ($N = 98$) classe della scuola secondaria di primo grado. L'età media dei soggetti era di 133 mesi ($M = 11,04$ anni, $DS = 1,23$). La standardizzazione è stata svolta nel contesto di una ricerca che ha proposto una serie di altre prove.

Dati Normativi

I dati normativi sono riportati in tabella 1. Essi indicano media, deviazione standard e i percentili di interesse clinico, stimati per le varie classi. Tali stime sono state ottenute utilizzando una semplice procedura di *smoothing* tramite un modello lineare che prevede i parametri dei punteggi al variare della classe. Il modello assume la linearità della crescita della prestazione media nel range di classi considerato. Tale linearità è suffragata, in primis, dall'osservazione che la crescita dei punteggi è sostanzialmente simile di classe in classe già nei dati descrittivi (si veda la successiva tabella 2). Inoltre, è ben dimostrato che nel range di età considerate l'incremento di prestazione in gran parte delle variabili cognitive è sostanzialmente lineare (ad esempio, all'incirca in tutti i

subtest della WISC-IV; Toffalini et al., 2019). Anche la deviazione standard è stata derivata da un modello lineare, che sostanzialmente combina quelle delle diverse classi. Questa scelta è suffragata dalla sostanziale omoschedasticità che si ritrova nei dati descrittivi.

I dati descrittivi osservati nelle diverse classi sono riportati nella successiva tabella 2. Come si nota, presentano solo minime discrepanze rispetto ai dati normativi proposti. Si possono utilizzare anche questi valori, ma i dati normativi, grazie alle assunzioni motivate sopra, possono comunque ritenersi più robusti. In entrambi i casi, come si può vedere, l'andamento evolutivo è chiaro e anche più evidente di quello che si può trovare negli span classici.

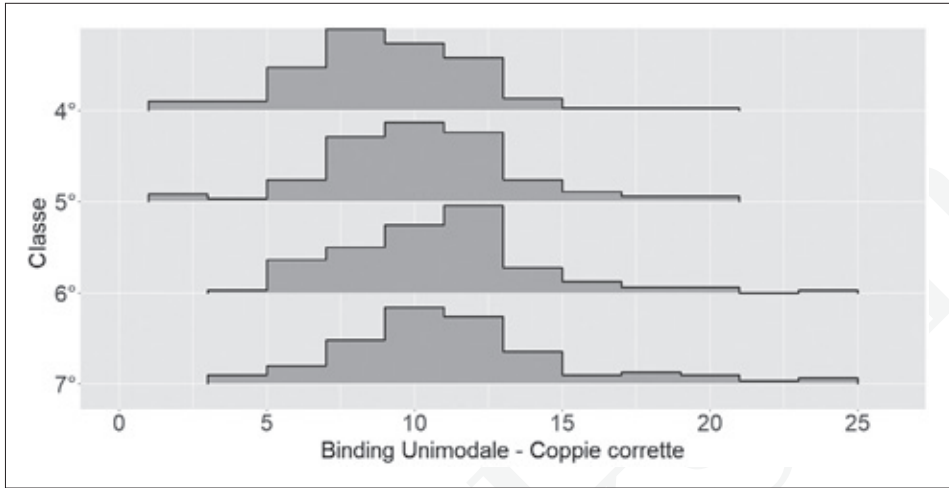
Tabella 1

Dati normativi suggeriti

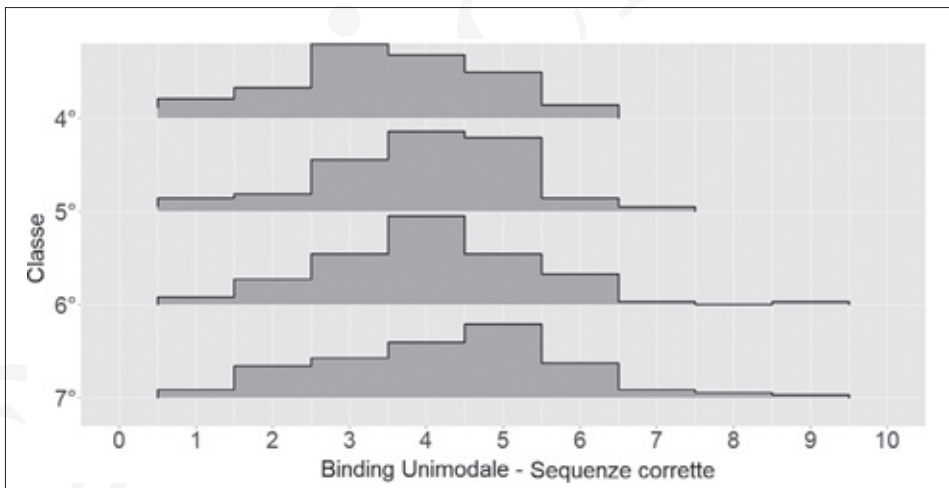
		M	Dev.St.	Skewness	Kurtosis	5° p.	10° p.	15° p.	50° p.	75° p.	90° p.	95° p.
Sequenze corrette	4° classe	3,5	1,5	-0,37	-0,23	1	1	2	2	4	5	6
	5° classe	3,8	1,5	0,38	3,74	1	2	3	3	5	5	6
	6° classe	4,1	1,5	0,28	0,91	2	2	3	3	5	6	6
	7° classe	4,3	1,5	0,16	0,10	2	2	3	3	5	6	7
Coppie corrette	4° classe	9,8	3,6	0,40	1,31	5	6	7	9	12	13	15
	5° classe	10,6	3,6	2,14	1,24	6	7	8	11	12	14	17
	6° classe	11,4	3,6	0,83	1,59	7	7	8	11	13	15	17
	7° classe	12,2	3,6	1,26	2,32	7	8	8	11	14	19	21

Nelle figure 1 e 2 si possono vedere, a livello descrittivo, le distribuzioni di densità dei punteggi allo span di MLFA nelle diverse classi.

Le distribuzioni sono discretamente simmetriche e si può ritenere che si approssimino a distribuzioni normali, sebbene vi sia chiaramente una coda più lunga verso i punteggi alti che verso quelli bassi, specialmente nella variabile «coppie corrette».

Figura 1

Distribuzione di densità delle coppie corrette allo span di MLFA nelle diverse classi.

Figura 2

Distribuzione di densità delle sequenze corrette alla prova MLFA nelle diverse classi.

Informazioni aggiuntive sulla prova

La standardizzazione della prova è avvenuta nel contesto di un'indagine che ha previsto la somministrazione di altre prove. In tabella 2 vi è l'elenco delle prove con i punteggi medi ottenuti per le varie prove nelle diverse classi. L'andamento

evolutivo per i due punteggi MLFA è ancora più evidente che per i tre punteggi ricavati dallo span di cifre.

La tabella 3 presenta invece le correlazioni fra le prove. Come si può vedere le due misure della prova di span di MLFA correlano significativamente con le altre prove, ma — per quanto riguarda la lettura — la relazione è più evidente con la lettura di parole. Nella loro ricerca Carretti e colleghi (2021) hanno evidenziato che queste correlazioni rimangono presenti (e discriminano un gruppo con dislessia) anche quando si tiene sotto controllo il contributo delle altre variabili, evidenziando dunque un contributo specifico della MLFA. Infine un confronto fra bambini con DSA e bambini tipici alle prove proposte in questa indagine ha messo in luce la forte capacità discriminativa della prova MLFA, $t(462) = 2,73$, $p < 0,01$. La capacità discriminativa è superiore che per la prova di span di cifre della WISC-IV, $t(462) = 2,2$, $p < 0,05$.

Tabella 2

Punteggi medi ottenuti dai bambini delle diverse classi alla prova di span associativo (MLFA), nella velocità di lettura di parole e non parole (sillabe al secondo alla batteria DDE), nello span di cifre (MC della WISC-IV) e nel test di intelligenza non verbale di Cattell

Variabile	Classe 4 (N = 118)		Classe 5 (N = 120)		Classe 6 (N = 102)		Classe 7 (N = 98)		Analisi dell'incremento lineare per classe			
	M	DS	M	DS	M	DS	M	DS	F(1,436)	P	B	B stand.
Span MLFA.	3,42	1,44	3,97	1,48	4,04	1,37	4,34	1,58	20,76	< 0,001	0,29	0,21
Punteggio MLFA	9,70	3,03	10,99	3,82	11,42	3,32	12,10	4,41	25,44	< 0,001	0,79	0,23
DDE_Parole	3,08	0,76	3,35	0,81	3,88	0,87	4,19	0,94	115,61	< 0,001	0,39	0,46
DDE_Non-Parole	1,86	0,48	1,99	0,48	2,89	1,31	2,51	0,59	68,16	< 0,001	0,29	0,37
MC_avanti	7,82	1,50	8,05	1,46	8,22	1,67	8,33	1,69	6,33	0,01	0,17	0,12
MC_indietro	6,47	1,38	6,95	1,67	6,78	1,48	7,12	1,63	8,28	0,004	0,19	0,14
MC_totale	14,29	2,29	15,00	2,65	15,00	2,68	15,45	2,82	10,44	0,001	0,36	0,15
Cattell	27,31	6,53	29,48	6,52	31,35	5,84	32,78	4,83	53,16	< 0,001	1,92	0,33

Tabella 3

Correlazioni fra le prove

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Cattell	-							
2. Span MLFA	0,34	-						
3. Punteggio MLFA	0,31	0,89	-					
4. MC_forward	0,18	0,48	0,47	-				
5. MC_backward	0,37	0,39	0,36	0,40	-			
6. MC	0,32	0,52	0,50	0,84	0,83	-		
7. DDE_Parole	0,31	0,38	0,35	0,33	0,34	0,40	-	
8. DDE_NonParole	0,18	0,20	0,18	0,17	0,26	0,26	0,63	-

Nota. Le correlazioni sono significative a livello di $p < 0,001$.

Conclusioni

Numerosi studi in letteratura hanno osservato la relazione tra abilità di lettura e memoria associativa e tra abilità di lettura e memoria di lavoro; raramente, però, queste due linee di ricerca sono state combinate. Nel presente lavoro si è considerato il ruolo della memoria di lavoro fonologica associativa che sembra un punto cruciale nell'apprendimento della lettura (Litt e Nation, 2014). In particolare, la prova utilizzata per questo studio prevede una procedura di span per ridurre il ruolo della componente di memoria a lungo termine.

Le due misure indagate dalla prova di span di MLFA correlano significativamente con le altre prove somministrate, ma, per ciò che concerne in modo specifico la lettura, la relazione è più forte ed evidente con la lettura di parole. Nella ricerca di Carretti e colleghi (2021) viene evidenziato come queste correlazioni rimangono presenti (e discriminano un gruppo di soggetti con dislessia) anche quando si controlla il contributo delle altre variabili, evidenziando dunque un contributo specifico della memoria di lavoro fonologica associativa, soprattutto nella lettura di parole rispetto alla lettura di non parole, nonostante la MLFA sia comunque coinvolta anche nella lettura di materiale senza significato. Infine un

confronto fra bambini con dislessia e bambini con lettura tipica alle prove proposte in questa indagine ha messo in luce la forte capacità discriminativa della prova MLFA, superiore anche rispetto alla capacità discriminativa della prova di span di cifre della batteria multicomponentiale per la valutazione dell'intelligenza (WISC-IV).

Bibliografia

- Albano D., Garcia R.B. e Cornoldi C. (2016), *Deficits in working memory visual-phonological binding in children with dyslexia*, «Psychology & Neuroscience», vol. 9, n. 4, pp. 411-419.
- Baddeley A.D. (1986), *Working Memory*, Oxford, Oxford University Press.
- Carretti B., Cornoldi C., Antonello A., Di Criscienzo L. e Toffalini E. (2021), *Inferring the performance of children with dyslexia from that of the general population: The case of associative phonological working memory*, «Scientific Studies of Reading», vol. 26, n. 1, pp. 47-60.
- Clayton F., Sears C., Davis A. e Hulme C. (2018), *Verbal task demands are key in explaining the relationship between paired-associate learning and reading ability*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 171, pp. 46-54.
- Garcia R.B., Mammarella I.C., Tripodi D. e Cornoldi C. (2014), *Visuospatial working memory for locations, colours, and binding in typically developing children and in children with dyslexia and non-verbal learning disability*, «British Journal of Developmental Psychology», vol. 32, n. 1, pp. 17-33.
- Giofrè D., Stoppa E., Ferioli P., Pezzuti L. e Cornoldi C. (2016), *Forward and backward digit span difficulties in children with specific learning disorder*, «Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology», vol. 38, n. 4, pp. 478-486.
- Horbach J., Scharke W., Crölla J., Heim S. e Günther T. (2015), *Kindergarteners' performance in a sound-symbol paradigm predicts early reading*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 139, pp. 256-264.
- Hatcher J., Snowling M.J. e Griffiths Y.M. (2002), *Cognitive assessment of dyslexic students in higher education*, «British Journal of Educational Psychology», vol. 72, pp. 119-133.
- Hulme C., Goetz K., Gooch D., Adams J. e Snowling M.J. (2007), *Paired-associate learning, phoneme awareness, and learning to read*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 96, n. 2, pp. 150-166.
- Istituto Superiore di Sanità (2011), *Consensus conference: Linee Guida sui Disturbi Specifici dell'Apprendimento*, Roma.
- Jones M.W., Branigan H.P., Parra M.A. e Logie R.H. (2013), *Cross-modal binding in developmental dyslexia*, «Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition», vol. 39, n. 6, pp. 1807-1822.
- Jones M.W., Kuipers J.-R., Nugent S., Miley A. e Openheim G. (2018), *Episodic traces and statistical regularities: Paired associate learning in typical and dyslexic readers*, «Cognition», vol. 177, pp. 214-225.
- Lervåg A., Bråten I. e Hulme C. (2009), *The cognitive and linguistic foundations of early reading development: A Norwegian latent variable longitudinal study*, «Developmental Psychology», vol. 45, n. 3, pp. 764-781.
- Litt R.A. e Nation K. (2014), *The nature and specificity of paired associate learning deficits in children with dyslexia*, «Journal of Memory and Language», vol. 71, n. 1, pp. 71-88.
- Litt R.A., Wang H.-C., Sailah J., Badcock N.A. e Castles A. (2019), *Paired associate learning deficits in poor readers: The contribution of phonological input and output processes*, «Quarterly Journal of Experimental Psychology», vol. 72, n. 3, pp. 616-633.

- Mayringer H. e Wimmer H. (2000), *Pseudoname learning by German-speaking children with dyslexia: Evidence for a phonological learning deficit*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 75, n. 2, vol. 116-133.
- Messbauer V.C.S. e De Jong P.F. (2003), *Word, nonword, and visual paired associate learning in Dutch dyslexic children*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 84, n. 2, vol. 77-96.
- Mourgues C., Tan M., Hein S., Ojanen E., Reich J., Lyytinen H. e Grigorenko E. (2016), *Paired associate learning tasks and their contribution to reading skills*, «Learning and Individual Differences», vol. 46, pp. 54-63.
- Muter V., Hulme C., Snowling M.J. e Stevenson J. (2004), *Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: Evidence from a longitudinal study*, «Developmental Psychology», vol. 40, n. 5, pp. 665-681.
- Pennington B.F. (2006), *From single to multiple deficit models of developmental disorders*, «Cognition», vol. 101, n. 2, 385-413.
- Poulsen M. e Elbro C. (2018), *The short- and long-term predictions of reading accuracy and speed from paired- associate learning*, «Journal of Experimental Child Psychology», vol. 174, pp. 77-89.
- Toffalini E., Giofrè D. e Cornoldi C. (2017), *Strengths and weaknesses in the intellectual profile of different subtypes of specific learning disorder: A study on 1049 diagnosed children*, «Clinical Psychological Science», vol. 5, n. 2, pp. 402-409.
- Toffalini E., Marsura M., Basso Garcia R. e Cornoldi C. (2019), *A cross-modal working memory binding span deficit in reading disability*, «Journal of Learning Disabilities», vol. 52, n. 2, pp. 99-108.
- Toffalini E., Tomasi E., Albano D. e Cornoldi C. (2017), *The effects of the constancy of location and order in working memory visual-phonological binding of children with dyslexia*, «Child Neuropsychology», vol. 24, n. 5, pp. 671-685.
- Wechsler D. (2003), *WISC-IV technical and interpretive manual*, San Antonio, TX, Psychological Association.

APPENDICE

La prova di span di MLFA

La prova è adattata dal lavoro di Toffalini e colleghi (2019a). La prova è composta da diciotto sequenze divise in tre livelli; il primo livello è formato da sei sequenze costituite ciascuna da due coppie di stimoli verbali, ossia digrammi e trigrammi, di difficoltà crescente; il secondo livello è formato da sei sequenze di tre coppie di stimoli verbali di difficoltà crescente; il terzo livello è costituito da sei sequenze formate da quattro coppie di stimoli verbali di difficoltà crescente. Nell'ultimo livello, oltre a digrammi e trigrammi, sono presenti anche quadrigrammi.

Il somministratore pronuncia gli stimoli di una coppia rispettando una pausa di due secondi tra quelli di una stessa coppia e di circa tre secondi tra le coppie di una stessa sequenza. Successivamente chiede al soggetto di ripetere l'intera coppia. Completata una sequenza, lo sperimentatore ripete, in ordine casuale, il primo stimolo delle coppie e il soggetto deve ricordare lo stimolo abbinato.

L'ordine casuale nella ripresentazione del primo elemento di una coppia di stimoli verbali è utile per evitare un effetto seriale sistematico.

Una sequenza viene considerata sbagliata anche se il soggetto sbaglia una singola coppia. Il criterio di stop anticipato prevede di fermarsi dopo tre sequenze sbagliate consecutive.

La somministrazione della prova va fatta individualmente.

Esempio di sequenza



Istruzioni

CODIFICA: la somministrazione prevede una prima parte di presentazione orale della sequenza da parte dell'esaminatore e la ripetizione da parte del bambino della stessa.

Esempio: l'esaminatore legge «GE-CA» e chiede al bambino di ripetere;
l'esaminatore legge «RO-IT» e chiede al bambino di ripetere;

TEST: l'esaminatore legge una delle due coppie di sillabe e aspetta che il bambino dica l'altra (ad esempio, l'esaminatore dice:«RO» il bambino deve dire «IT» – l'esaminatore dice «GE» – il bambino deve dire «CA»).

Vengono considerate esatte solo le sequenze interamente corrette.

Ci si ferma quando il bambino sbaglia consecutivamente tre sequenze.

La prova di span di MLFA

	CODIFICA	TEST	
1	GE <input type="text" value="CA"/> RO <input type="text" value="IT"/>	RO <input type="text" value="IT"/> GE <input type="text" value="CA"/>	0 1 2
2	ET <input type="text" value="RA"/> GU <input type="text" value="VE"/>	GU <input type="text" value="VE"/> ET <input type="text" value="RA"/>	0 1 2
3	GA <input type="text" value="RI"/> FI <input type="text" value="ZO"/>	GA <input type="text" value="RI"/> FI <input type="text" value="ZO"/>	0 1 2
4	BUL <input type="text" value="MET"/> MAR <input type="text" value="RUC"/>	MAR <input type="text" value="RUC"/> BUL <input type="text" value="MET"/>	0 1 2
5	CET <input type="text" value="SOP"/> TRI <input type="text" value="NOL"/>	TRI <input type="text" value="NOL"/> CET <input type="text" value="SOP"/>	0 1 2
6	PUD <input type="text" value="VEP"/> PIF <input type="text" value="OND"/>	PUD <input type="text" value="VEP"/> PIF <input type="text" value="OND"/>	0 1 2
7	IP <input type="text" value="UL"/> NU <input type="text" value="IS"/> GO <input type="text" value="EB"/>	NU <input type="text" value="IS"/> IP <input type="text" value="UL"/> GO <input type="text" value="EB"/>	0 1 2 3

8	UR <input type="text" value="MO"/> ZE <input type="text" value="CU"/> TO <input type="text" value="IR"/>	TO <input type="text" value="IR"/> UR <input type="text" value="MO"/> ZE <input type="text" value="CU"/>	0 1 2 3
9	BA <input type="text" value="ZU"/> CO <input type="text" value="ID"/> OR <input type="text" value="FE"/>	CO <input type="text" value="ID"/> BA <input type="text" value="ZU"/> OR <input type="text" value="FE"/>	0 1 2 3
10	ECA <input type="text" value="MOG"/> VAR <input type="text" value="LEP"/> ZAN <input type="text" value="SIL"/>	ZAN <input type="text" value="SIL"/> VAR <input type="text" value="LEP"/> ECA <input type="text" value="MOG"/>	0 1 2 3
11	VUP <input type="text" value="MEG"/> MIR <input type="text" value="COV"/> UNT <input type="text" value="NIT"/>	MIR <input type="text" value="COV"/> UNT <input type="text" value="NIT"/> VUP <input type="text" value="MEG"/>	0 1 2 3
12	BEP <input type="text" value="LOP"/> AST <input type="text" value="VIT"/> RER <input type="text" value="ZAM"/>	BEP <input type="text" value="LOP"/> RER <input type="text" value="ZAM"/> AST <input type="text" value="VIT"/>	0 1 2 3

13	ZA LU VO NA TA GA NI FO	VO NA TA GA ZA LU NI FO	0 1 2 3 4
14	PRI CAG PE DU RU AT BE OL	RU AT BE OL PRI CAG PE DU	0 1 2 3 4
15	PA OS ZOC CEM LAD GAN FEM SOR	LAD GAN PA OS ZOC CEM FEM SOR	0 1 2 3 4
16	BEF TIG LOP PEF DOM SET FRE CUR	BEF TIG FRE CUR LOP PEF DOM SET	0 1 2 3 4
17	NID VOP CLUS BRAT POR ZOM PIAT SURM	CLUS BRAT NID VOP PIAT SURM POR ZOM	0 1 2 3 4
18	MIST PLEN DINZ TARC DAS VUT TAL CIST	DINZ TARC TAL CIST DAS VUT MIST PLEN	0 1 2 3 4

© Erickson