

# Stimolare lo sviluppo delle abilità visuo-spaziali attraverso l'uso di applicazioni software per LIM

## Stimulate the development of visual-spatial skills by means of software applications for IWB

---

Sergio Miranda\*

Università di Salerno – semiranda@unisa.it

Rosa Vegliante

Università di Salerno – rvegliante@unisa.it

---

### ABSTRACT

Although it has great relevance in the field of cognitive skills, visual intelligence remains neglected in the common school curriculum. This is generally assessed by limited intelligence tests. In the field of visual intelligence, visual-spatial skills play a decisive role. Stimulating its development is not easy and requires specific actions and exercises performed in space. Starting from these premises, an IWB application was created for children up to six years of age that allows you to stimulate the development of these skills. It has a simple interface with a few buttons and an avatar that talks about the rules of the game, the actions to be done, the progress and the results. In this way, players do not need reading skills, but perform actions directly on the screen. Its use in kindergarten is expected to bring advantages in the development of visual intelligence and, more specifically, in the development of visual-spatial skills. To do this, a pilot project was developed. Its results have been collected and analysed.

Sebbene abbia una grande rilevanza nel campo delle abilità cognitive, l'intelligenza visiva rimane trascurata nel curriculum scolastico comune. Questo è generalmente valutato mediante limitati test di intelligenza. Nell'ambito dell'intelligenza visiva assumono un ruolo determinante le abilità visuo-spaziali. Stimolarne lo sviluppo non è semplice e richiede azioni ed esercizi specifici compiuti nello spazio. Partendo da queste premesse, è stata realizzata un'applicazione per LIM per bambini fino a sei anni che consenta proprio di stimolare lo sviluppo di queste abilità. Ha un'interfaccia semplice con pochi pulsanti e un avatar che parla delle regole del gioco, delle azioni da fare, dei progressi e dei risultati. In questo modo, i giocatori non necessitano di abilità di lettura, ma compiono azioni direttamente sullo schermo. Si prevede che il suo utilizzo nella scuola dell'infanzia possa portare vantaggi

\* L'articolo è il risultato del contributo congiunto dei due autori, il lavoro è stato così distribuito: Sergio Miranda si è occupato principalmente della sezione 1. *Introduzione*, della sezione 3. *L'applicazione per LIM realizzata* e della sezione 4. *Una prima sperimentazione*. Rosa Vegliante si è occupata principalmente della sezione 2. *Quadro teorico di riferimento*, della sezione 5. *Risultati e Discussione* e della sezione 6. *Conclusioni e sviluppi futuri*.

nello sviluppo dell'intelligenza visiva e, più nello specifico, nello sviluppo delle abilità visuo-spaziali. A tal fine, è stata condotta una prima sperimentazione con cui sono stati raccolti ed analizzati alcuni risultati.

#### **KEYWORDS**

Visual-spatial abilities; visual intelligence; IWB; educational apps; kindergarten.

Abilità visuo-spaziali; intelligenza visiva; LIM; app didattiche; scuola dell'infanzia.

## **Introduzione**

Potenziamento cognitivo significa ampliare o estendere i processi cognitivi e socio-emotivi in una duplice accezione: di valorizzazione delle molteplici dimensioni interne al soggetto e di sviluppo di nuove abilità. In particolare, il concetto include funzioni basiche e complesse, traducibili in capacità di percepire e acquisire, prestare attenzione e selezionare, rappresentare e comprendere, memorizzare e, infine, prendere decisioni utilizzando le informazioni pertinenti. La letteratura di riferimento riporta l'incremento delle funzioni cognitive di ordine superiore, conosciute anche come funzioni esecutive, se esercitate sin dalla tenera età e studi recenti sulla plasticità del cervello lo hanno sostanzialmente confermato (Vygotsky, 1978; Büchel, 1995; Paour, 2003; Feuerstein et al., 2008; Moore, 2011; Diamond, 2012). Tuttavia, è necessario adottare un approccio sistematico per "allenare" tali funzioni, caratterizzato da pratiche finalizzate e sequenziali, utilizzando materiali adeguatamente strutturati con specifiche strategie. Oltre ai materiali a supporto dell'addestramento cognitivo, va sottolineata la possibilità di favorire nel bambino la capacità di verbalizzazione interna, condizione funzionale e necessaria di cui avvalersi nelle situazioni di risoluzione dei problemi. Per lo sviluppo della "metacognizione", ovvero questa abilità/capacità alla base della modulazione consapevole dei meccanismi di regolazione e del controllo cognitivo, risultano particolarmente efficaci programmi didattici sistematicamente organizzati e orientati da specifici obiettivi e coordinati da azioni guidate (ad esempio: l'insegnante mostra come ragionare ad alta voce e invita il bambino a fare altrettanto), come suggerito dai risultati tratti dalle evidenze empiriche (Hattie, 2009).

In Calvani & Zanaboni (2018) il potenziamento cognitivo si basa su materiali accuratamente selezionati per la stimolazione e l'allenamento delle funzioni suindicate, integrato anche da una serie di indicazioni per lo sviluppo della metacognizione. Tale approccio è utile per tutte le discipline nell'ipotesi che nessuno abbia ricevuto il massimo stimolo possibile, le migliori opportunità di apprendimento e la più efficace mediazione didattica.

Nell'area delle abilità cognitive, l'intelligenza visiva assume una importante rilevanza sociale e professionale. Sebbene rappresenti il più grande potenziale tra le varie componenti da sottoporre ad allenamento mentale (Sandberg & Bostrom, 2009), rimane piuttosto trascurata nei curricula scolastici.

L'intelligenza visiva viene generalmente valutata mediante test specifici, ma che si limitano alla registrazione statica del livello raggiunto da ciascun soggetto. Calvani e Zanaboni (2018) hanno proposto un modello didattico dinamico ma, allo stesso tempo, graduale e progressivo, avvalendosi di un'ampia serie di tavole da

gioco. Il loro approccio consente di stimare tre dimensioni di capacità cognitive: (i) il *riconoscimento dei modelli visivi*, testato mediante giochi ad incastro dove, come in un puzzle, l'allievo deve trovare un pezzo in grado di completare un'intera forma; (ii) l'*inferenza visiva*, verificata tramite giochi di completamento; ad esempio, una serie di figure di cui una manca e il giocatore deve trovare quella giusta; (iii) l'*elaborazione visiva*, rilevata attraverso giochi di abbinamento in cui connettere figure e forme da diverse prospettive.

Sulla scia del modello richiamato, è stato predisposto un kit di giochi rientranti in ciascuna delle suddette dimensioni da proporre ai bambini dell'ultimo anno della scuola dell'infanzia (Raffaghelli, 2018). Si è ipotizzato che l'esercizio preventivo delle abilità di base migliori le prestazioni dei bambini in età prescolare. In questo specifico contesto, l'obiettivo principale è consistito nel verificare l'efficacia di un training mirato, realizzato mediante attività ludiche, scaturite da una selezione di tabelle, proposte in modalità digitale. Tale approccio consente ai bambini di scegliere di abbinare forme e figure e non adotta altre interazioni diverse da un tocco o un clic su uno schermo. L'idea proposta in questo articolo è l'impiego di un'applicazione che consenta, seppur nei limiti di uno schermo tattile come quello presente in una LIM, la manipolazione di forme attraverso azioni di selezione, di rotazione e di trascinamento nello spazio e che, in conseguenza della sua adozione, funga da stimolo allo sviluppo delle abilità visuo-spaziali degli alunni coinvolti.

## 1. Quadro teorico di riferimento

Evidenze empiriche riportano l'efficacia di percorsi formativi nei quali gli stimoli vengano proposti in maniera graduale, le attività sequenzializzate e le informazioni calibrate nel rispetto dell'età dello studente, dell'esperienza posseduta e della capacità di autoregolazione (Clark, Nguyen, & Sweller, 2006; Clark, 2010).

In tale cornice, risulta rilevante l'*expertise* didattica del docente che si esplicita mediante la predisposizione di interventi mirati che consentono di attualizzare quel processo di mediazione tra i contenuti concettuali e quel bagaglio di risorse cognitive (conoscenze, abilità/capacità, atteggiamenti) da mobilitare e trasferire (Trincherò, 2017). L'esercizio preventivo di conoscenze, abilità/capacità e atteggiamenti rientrano tra le precondizioni dell'apprendimento e definiscono l'ampio costruito della *school readiness*, la cosiddetta prontezza scolastica, che funge da "cerniera" tra la scuola dell'infanzia e l'ingresso alla primaria. Promuovere percorsi didattici basati sul potenziamento cognitivo dei differenti domini di apprendimento, significa sia enfatizzare il consolidamento di determinate abilità da perfezionate negli apprendimenti successivi, sia diagnosticare eventuali anomalie o lacune così da agire anticipatamente (Gagné, 1975; Coggi & Ricchiardi, 2014). Già a partire dall'età prescolare, come dichiarato dai documenti ministeriali (MIUR, 2012; MIUR, 2018), andrebbero esercitate conoscenze e abilità prescolastiche per supportare il bambino nel passaggio dalla scuola dell'infanzia alla primaria, pianificando attività didattiche volte a sviluppare capacità di diversa natura. In questo specifico segmento formativo, il potenziamento cognitivo consente la stimolazione delle abilità interne e l'attivazione di capacità inedite derivate dai possibili condizionamenti esterni. La progettazione di training di stimolazione, focalizzati sull'allenamento dei fattori cognitivi sottesi, in particolar modo, alle conoscenze prescolastiche e alle abilità di problem solving (quali ad esempio: la consapevolezza fonologica, la coordinazione oculo-manuale, la memoria visuo-spaziale)

sono connessi con l'apprendimento linguistico e matematico (National Early Literacy Panel, 2008; NAEYC 2009). Per ciascuna dimensione risulta necessaria la strutturazione di attività nelle quali il docente funga da istruttore e da guida nel processo di apprendimento. A tal proposito, le attività ludiche, presupposte alle competenze matematiche, consistono nella ripetizione o nella ricostruzione di rappresentazioni di vario tipo, nella discriminazione ed evidenziazione percettiva, o nella corrispondenza biunivoca tra numeri e/o parole (Kaldenberg et al., 2015). Vari sono gli scopi per cui si intendono accertare le abilità di *school readiness*, tra questi si annoverano principalmente *finalità diagnostiche* che forniscono informazioni tese a regolare gli interventi formativi, e *finalità di screening* che consentono di identificare soggetti a rischio (Vegliante & Miranda, 2020). *L'essere pronti ad apprendere* assume differenti significati e, a seconda della prospettiva adottata, prevede un approccio: *evolutivo*, riconducibile alla maturità psicomotoria, cognitiva ed emotiva propria del bambino; *ambientale o socio-culturale*, inerente all'influenza del contesto socio-culturale di appartenenza; *cumulativo*, riguardante le occasioni di stimolazione delle abilità prescolastiche necessarie per l'apprendimento dei contenuti disciplinari; *socio-costruttivista*, concernente il valore aggiunto derivato dalle interazioni con i pari o con adulti più esperti nei processi di costruzione delle conoscenze ed *ecologico*, riguardante l'incisività e i condizionamenti tratti dai differenti ambienti di vita in cui è inserito il bambino (Coggi & Ricchiardi, 2014; 2019).

Nel presente lavoro, ricorrendo a una prospettiva di *readiness* integrata e multifunzionale, la nostra attenzione si è rivolta alle abilità visuo-spaziali, ossia a quell'insieme di processi sottesi alla percezione visiva e alle rappresentazioni mentali relative alle posizioni assunte nello spazio da oggetti e forme mediante funzioni di orientamento e controllo (Baddeley & Hitch, 1974; Gardner, 1983; Miyake & Shah, 1999; Cornoldi & Vecchi, 2003; Maffioletti & Facchin, 2016). Nelle abilità visuo-spaziali rientrano la lateralità, la direzionalità, l'integrazione bilaterale, componenti imprescindibili nella manipolazione delle informazioni e nella risoluzione dei problemi che, insieme all'analisi visiva, alla visualizzazione mentale e all'integrazione visuo-motoria e uditiva, favoriscono l'elaborazione visiva (Scheiman & Rouse, 2006; Lucchiari, 2018). Nello specifico, il rimando va alla memoria di lavoro (taccuino visuo-spaziale) coinvolta in una varietà di compiti cognitivi riferibili alla generazione, alla conservazione e alla trasformazione di immagini mentali (Kosslyn, 1980). La memoria, infatti, presenta un'architettura piuttosto articolata con specifiche componenti (taccuino visuo-spaziale, loop fonologico-articolatorio ed esecutivo centrale, Baddeley & Hitch, 1974) in grado di gestire meccanismi specializzati nel controllo, nel mantenimento e nella regolazione degli stimoli esterni. Dalle ricerche che affrontano l'intelligenza visiva, emerge un comprovato legame tra le funzioni esecutive (controllo inibitorio e regolazione dell'attenzione) e le abilità visuo-spaziali, in particolare, nel monitoraggio di immagini in sequenza, nelle rappresentazioni spaziali, nella pianificazione di un'attività e nei processi di autoregolazione (Welsh & Pennington, 1988; Logie, 1995; Duff & Logie, 1999; Anderson, 2002; Diamond et al., 2007; Diamond & Lee, 2011; Diamond, 2013). La percezione della forma e la visualizzazione spaziale, se sollecitate, incidono positivamente sull'apprendimento matematico in età scolare (Kyttälä et al., 2003; Bull et al., 2008; Zhang & Lin, 2015). Studi longitudinali confermano la correlazione tra l'esercizio delle abilità visuo-spaziali nel periodo prescolare e il successivo progresso in prove di conteggio o di geometria (Hawes et al., 2017; Lowrie et al., 2017). L'interesse per queste specifiche abilità viene rapportata anche a capacità manipolative, richieste nelle pratiche di trascinamento, o di gnosis digitale, ossia di

consapevolezza delle proprie dita mediate da uno schermo, potenti predittori delle competenze numeriche: il *subitizing* (o subitizzazione), il conteggio e i giudizi di ordinalità (Riccioni & Stella, 2016).

## 2. L'applicazione per LIM realizzata

L'applicazione è stata progettata e realizzata per LIM anche se consente l'accesso da qualsiasi dispositivo elettronico dotato di schermo tattile. Infatti, come requisiti per il funzionamento ci sono un browser come Google Chrome o Mozilla Firefox, la connessione Internet attiva e un sistema audio.

È stato concepito per bambini di età compresa tra 3 e 6 anni che, generalmente, non sanno leggere, per cui la maggior parte delle informazioni vengono date attraverso la voce di un personaggio presente in tutte le pagine.

La pagina iniziale permette all'utente di accedere direttamente ad alcuni giochi o di registrarsi per seguire un percorso guidato. Ovviamente, poiché i giocatori sono bambini, è opportuno che un adulto (insegnante, tutor o genitore) li assista in questa fase iniziale. La registrazione serve infatti a memorizzare dati e risultati per successive analisi ed elaborazioni.

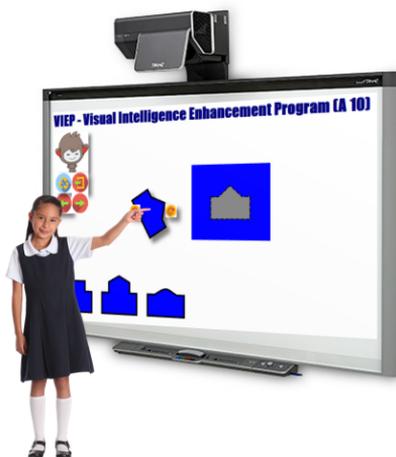
Tutti i giochi presentano un riquadro con uno spazio da riempire. La forma di questo spazio è via via più complessa man mano che si avanza nella sequenza di giochi. L'obiettivo è completare il riquadro riempiendo questo spazio con la figura giusta. Il giocatore deve selezionare la figura, trascinarla sullo schermo e rilasciarla in corrispondenza del vuoto nel riquadro.



Fig.1 – La pagina del gioco

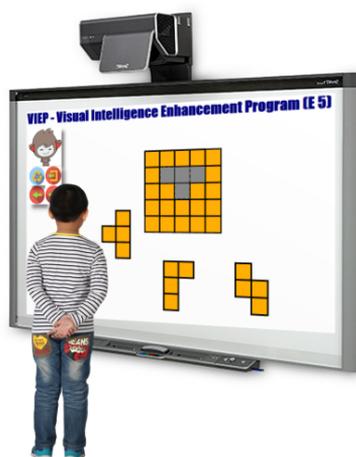
Durante il gioco è sempre disponibile una barra con dei pulsanti che consentono di ricaricare il gioco, tornare indietro, passare alla pagina successiva o abbandonare. Il personaggio parlante è sempre lì per dare istruzioni su cosa fare o suggerimenti e feedback a seconda delle azioni compiute dal giocatore.

Ad esempio, se il giocatore sceglie una forma sbagliata, il personaggio gli dice di riprovare.



**Fig.2 – È possibile ruotare le forme sulla lavagna**

Il gioco consente ai giocatori di ruotare le forme. È possibile utilizzando due tocchi contemporaneamente sulla LIM (se lo schermo è multi-tocco) o utilizzando i pulsanti di rotazione che compaiono semplicemente toccando la forma da trascinare (Fig.2).



**Fig.3 – Gioco mattonella**

Nel gioco ci sono diversi tipi di forme: figure intere e figure composte da tessere (Fig.3). Naturalmente, seguendo il percorso guidato, la difficoltà dei giochi aumenta gradualmente. Le forme o le azioni richieste al giocatore sono progressivamente più complesse.



**Fig.4 – Gioco completato con successo**

Quando il giocatore completa il riquadro riempiendo il buco con la forma giusta, il personaggio gli farà le congratulazioni, verrà riprodotto un suono vincente e verrà mostrato un pollice in su sullo schermo (vedi Fig.4). A questo punto, sarà possibile passare al gioco successivo che mostrerà diverse forme e figure da completare.

Tutte le azioni vengono tracciate e tutti i dati sono raccolti per consentire confronti e analisi future. Quando il giocatore sceglie di disconnettersi o quando ha completato tutte le partite disponibili, il gioco gli mostra (e racconta a voce) un riepilogo dei risultati con i dettagli sui tentativi corretti e sbagliati e sugli errori commessi su forme o rotazioni.

### **3. Una prima sperimentazione**

È stata avviata una prima sperimentazione dell'applicazione realizzata con l'obiettivo di osservare eventuali progressi nello sviluppo delle abilità visuo-spaziali a seguito delle sessioni di potenziamento. Per farlo, sono state coinvolte quattro scuole dell'infanzia della provincia di Salerno (Campania, Italia) in un progetto sperimentale avviato nell'anno scolastico 2020-2021, per una durata di circa due mesi (aprile-giugno 2021), a cui hanno aderito poco meno di un centinaio di alunni frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia. La ricerca si è avvalsa di un disegno quasi-sperimentale con gruppo di controllo non equivalente, in quanto l'assegnazione dei soggetti non è avvenuta in maniera casuale trattandosi di sezioni già costituite. Durante il trattamento sperimentale gli alunni sono stati sottoposti a differenti attività ludiche proposte mediante l'utilizzo della LIM. Per valutare i risultati di tutti i partecipanti di entrambi i gruppi, è stato individuato un test da sottoporre all'inizio e alla fine del periodo di sperimentazione.

Tra i differenti strumenti in grado di valutare il costrutto di *school readiness*, è stata adottata la batteria *Prove PASI (Pronti ad Apprendere-Scuola dell'Infanzia)* (Coggi & Ricchiardi, 2014; 2019). Si tratta di una batteria di prove che misura la "prontezza scolastica" nei contesti di prescolarizzazione in quanto presenta caratteristiche psicometriche ritenute valide per diagnosticare lo stato cognitivo e i fattori socio-emotivi dei bambini dai 3 ai 5 anni.

Le Prove PASI sono dotate di test da somministrare nella fase iniziale e in quella finale (Coggi & Ricchiardi, 2019), in particolare ogni batteria si articola in 6 prove per rilevare i diversi processi cognitivi: memoria visiva, conoscenza, comprensione, ragionamento, capacità critica-creativa e un esercizio sul conteggio. Le specifiche consegne sono proposte all'interno di differenti schemi di gioco. La somministrazione della prova avviene individualmente, in relazione diadica insegnante-alunno e prevede circa 45 minuti per il primo test iniziale e 45 minuti per il secondo test, adottato in fase finale. Le prime domande chiedono ai bambini di ricordare sequenze di immagini e frasi (*memoria visiva e verbale*). Le domande successive di riconoscere e nominare animali, ambienti, frutta e verdura (*conoscenze linguistiche*). Le domande della terza sezione di individuare relazioni tra concetti semplici e di ordinare sequenze di oggetti per dimensione, forma o tempo (*comprensione*). La quarta sezione richiede l'inferenza a partire da semplici domande (*ragionamento*). La quinta sezione richiede di identificare l'errore o l'assurdità in un'immagine o l'intruso in un insieme di oggetti (*capacità critica*). La sesta sezione richiede ai giovani studenti di completare una storia utilizzando il loro bagaglio cognitivo e lessicale o di costruire diversi pupazzi partendo da una serie di pezzi (*creatività*). L'ultima sezione chiede di contare gli oggetti o di abbinare numeri (*conteggio*).

I dati hanno consentito di verificare eventuali progressi e di comprendere se l'utilizzo dell'applicazione realizzata per la LIM abbia portato reali benefici oltre che monitorare nel dettaglio ogni tipo di evoluzione nei bambini coinvolti e nelle specifiche abilità menzionate.

Di tutti i bambini inizialmente coinvolti, sono stati presi in considerazione solo i bambini che hanno potuto sostenere sia i test di ingresso e uscita (di entrambi i gruppi), sia la fase sperimentale di utilizzo dell'applicazione alla LIM (nel caso del gruppo sperimentale), ossia: 46 bambini del gruppo sperimentale e 41 bambini del gruppo di controllo.

Successivamente al test di ingresso, solo i 46 bambini del gruppo sperimentale hanno partecipato al percorso di potenziamento realizzato attraverso l'applicazione per la LIM impiegando un tempo che varia dalle 3 alle circa 9 ore suddivise nell'arco temporale di 2 mesi.

Su 46 bambini, 38 hanno completato tutti i 61 giochi. I restanti hanno saltato qualche prova. Di questi, solo quattro hanno tralasciato l'ultima sezione di giochi.

Bambini	Incastri semplici	Incastri mattonella	Incastri con rotazione	Incastri mattonella con rotazione	Totale	Tempo totale in HH:mm:ss
GS1	20	11	20	10	61	07:41:54
GS2	20	11	20	10	61	08:43:08
GS3	20	11	20	10	61	08:20:37
GS4	20	11	20	10	61	08:59:26
GS5	20	11	20	10	61	07:22:33
GS6	20	11	20	10	61	06:35:16
GS7	20	11	20	10	61	07:12:05
GS8	20	11	20	10	61	08:15:39

GS9	20	11	20	10	61	07:16:05
GS10	20	11	20	10	61	06:12:55
GS11	20	11	20	10	61	06:43:38
GS12	20	11	20	10	61	06:23:40
GS13	20	11	20	10	61	06:01:10
GS14	20	11	20	10	61	07:06:45
GS15	20	11	20	10	61	04:13:18
GS16	20	11	20	10	61	04:03:27
GS17	20	11	20	10	61	06:40:10
GS18	20	11	20	10	61	05:41:08
GS19	20	11	20	10	61	08:10:48
GS20	20	11	20	10	61	07:54:25
GS21	20	11	20	10	61	05:51:46
GS22	20	11	20	10	61	04:59:19
GS23	20	11	20	10	61	04:25:38
GS24	20	11	20	10	61	07:27:37
GS25	20	11	20	10	61	06:32:44
GS26	20	11	20	10	61	05:12:33
GS27	20	11	20	10	61	05:15:40
GS28	20	11	20	10	61	04:07:11
GS29	20	11	20	10	61	04:59:22
GS30	20	11	20	10	61	03:18:10
GS31	20	11	20	10	61	07:01:23
GS32	20	11	20	10	61	07:21:42
GS33	20	11	20	10	61	04:14:27
GS34	20	11	20	10	61	04:09:30
GS35	20	11	20	10	61	08:19:46
GS36	20	11	20	10	61	08:57:57
GS37	20	11	20	10	61	04:28:41
GS38	20	11	20	10	61	08:54:25
GS39	20	11	19	10	60	07:12:47
GS40	20	11	19	10	60	08:42:46
GS41	20	10	20	10	60	08:34:27
GS42	18	11	19	10	58	07:54:12
GS43	19	10	20	0	49	03:19:14
GS44	19	11	18	0	48	03:52:19
GS45	19	9	19	0	47	03:34:53
GS46	17	11	18	0	46	05:57:24

**Tab.1 – Riepilogo dei bambini che hanno usato l'applicazione per LIM**

In Tab.1 sono indicati, per ogni bambino, il numero dei giochi completati per ciascuna delle quattro tipologie previste (incastrati semplici, incastrati mattonella, incastrati con rotazione e incastrati mattonella con rotazione), il numero totale di giochi completati (in base al quale è stata ordinata la tabella) e il tempo impiegato a giocare. Dei 61 giochi disponibili in totale, ci sono rispettivamente per ciascuna categoria indicata: 20, 11, 20 e 10 giochi.

Dopo il training di stimolazione, i dati relativi ai test di ingresso e ai test di uscita sono stati sintetizzati in un'unica tabella per ciascun gruppo. Come visibile in Tab.2. si raccolgono le singole prestazioni conseguite da ciascun allievo del gruppo sperimentale sia relativamente alle specifiche aree sia complessivamente.

	MEMORIA VISIVA		MEMORIA VERBALE		CONOSCENZA		COMPRESIONE RELAZIONI		COMPRESIONE ORDINAMENTO		COMPRESIONE CLASSIFICAZIONE		RAGIONAMENTO		CAPACITA' CRITICA		CREATIVITA'		CONTEGGIO		TOTALE	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
GS1	7	7	3	2	12	12	15	17	11	10	29	29	4	5	3	3	13	13	10	15	107	113
GS2	7	8	2	2	12	12	14	14	9	9	20	24	3	4	8	8	9	13	13	15	97	109
GS3	3	9	2	2	10	10	14	16	1	3	29	29	4	5	7	7	14	15	15	92	110	
GS4	7	7	2	2	5	7	16	17	7	8	25	26	5	5	4	6	10	14	13	13	94	105
GS5	3	7	2	2	6	6	15	15	1	3	29	29	4	4	6	6	12	14	15	14	93	100
GS6	7	7	3	3	9	10	13	15	5	8	23	26	4	5	7	7	11	12	6	12	88	105
GS7	6	7	2	2	11	11	15	16	1	6	19	20	6	5	4	5	9	12	13	13	86	97
GS8	4	6	0	0	8	8	17	16	7	7	22	23	4	5	6	6	6	13	11	13	85	97
GS9	3	4	1	1	7	9	15	17	11	10	19	22	5	5	8	8	7	8	8	15	84	99
GS10	6	7	1	2	9	10	15	15	10	10	21	22	6	6	6	7	2	2	7	9	83	90
GS11	5	7	2	2	3	3	14	16	8	9	17	19	3	3	6	6	9	9	14	15	81	89
GS12	3	9	0	1	10	11	13	15	9	10	22	22	4	4	2	3	8	11	10	13	81	99
GS13	7	7	1	1	9	10	17	17	10	10	14	20	4	5	7	7	5	11	7	8	81	96
GS14	1	5	3	3	3	6	9	17	11	11	18	19	3	4	7	7	10	11	9	15	74	98
GS15	9	9	1	1	4	8	11	12	3	7	15	16	3	4	5	5	11	13	15	14	77	89
GS16	7	9	3	2	3	3	16	16	11	10	11	16	5	5	5	5	9	15	14	81	89	
GS17	1	6	3	2	7	7	14	14	4	7	22	24	6	6	5	5	8	14	8	8	78	93
GS18	7	8	0	1	8	8	10	14	7	7	15	21	6	6	5	5	6	12	13	14	77	96
GS19	6	6	0	0	8	10	14	17	3	6	14	19	3	3	8	7	4	5	15	15	75	88
GS20	7	8	0	1	6	8	13	16	7	7	16	21	6	6	3	4	10	14	13	15	81	100
GS21	6	6	1	1	9	9	17	16	5	6	8	10	3	4	3	5	10	11	13	14	75	82
GS22	5	8	1	2	11	11	12	13	2	6	14	18	4	4	5	5	8	11	15	15	77	93
GS23	2	2	0	1	8	8	13	15	8	9	10	13	6	6	6	6	11	11	11	15	75	86
GS24	6	8	0	0	4	4	14	16	10	10	24	24	3	3	2	5	2	8	9	10	74	88
GS25	7	7	3	2	9	10	15	15	6	6	6	13	5	5	7	7	10	14	11	14	79	93
GS26	6	9	2	2	10	11	16	16	8	8	4	13	6	6	5	6	10	12	10	12	77	95
GS27	4	6	2	2	12	12	10	16	9	10	12	15	6	6	6	7	3	10	10	14	74	98
GS28	3	7	2	2	8	8	12	13	7	8	10	11	5	5	7	7	9	14	12	13	75	88
GS29	6	6	2	2	3	4	12	16	2	2	23	25	4	4	2	4	12	12	8	11	74	86
GS30	2	3	1	2	7	8	11	17	11	11	16	16	6	6	4	5	4	9	9	12	71	89
GS31	3	4	2	2	9	10	10	17	10	10	7	8	4	5	6	6	13	13	8	10	72	85
GS32	7	7	2	2	6	8	15	16	7	8	6	6	6	6	2	5	13	13	8	13	72	84
GS33	2	9	0	0	4	4	15	15	3	7	22	24	3	3	7	7	9	11	6	11	71	91
GS34	6	7	0	1	8	10	9	16	10	10	5	11	5	5	6	6	13	14	11	15	73	95
GS35	3	6	3	3	8	8	10	15	6	8	13	14	4	5	6	6	10	13	8	9	71	86
GS36	5	7	0	0	4	6	10	16	8	9	11	15	4	4	5	6	7	7	14	14	68	84
GS37	2	9	2	2	4	8	17	17	9	10	11	16	6	5	6	7	2	12	13	14	72	100
GS38	2	8	3	3	6	8	13	13	7	7	10	16	4	4	3	5	4	13	15	14	67	91
GS39	3	4	3	2	7	8	14	17	11	10	2	7	6	5	5	5	8	15	14	71	80	
GS40	6	8	0	1	12	11	10	13	7	7	8	11	3	4	4	4	11	12	6	10	67	81
GS41	8	9	2	2	8	9	14	15	10	10	9	19	3	3	2	4	2	3	10	11	68	85
GS42	7	9	3	3	6	9	10	14	3	7	4	16	4	4	8	8	9	9	14	15	68	94
GS43	1	5	1	1	11	11	10	15	4	7	10	14	4	4	8	8	6	8	10	10	65	83
GS44	5	8	0	0	8	9	12	17	1	1	10	11	3	4	3	4	10	11	11	12	63	77
GS45	1	4	3	3	3	6	10	12	3	7	11	17	3	4	4	5	10	11	10	11	58	80
GS46	1	8	0	0	3	4	9	10	1	6	10	18	6	6	8	8	2	3	9	9	49	72

Tab.2 – Riepilogo dei risultati dei bambini del gruppo sperimentale (GS)

In Tab. 3 sono riportati i dati dei test di ingresso e uscita dei bambini del gruppo di controllo.

	MEMORIA VISIVA		MEMORIA VERBALE		CONOSCENZA		COMPRESIONE RELAZIONI		COMPRESIONE ORDINAMENTO		COMPRESIONE CLASSIFICAZIONE		RAGIONAMENTO		CAPACITA' CRITICA		CREATIVITA'		CONTEGGIO		TOTALE	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
GC1	4	4	3	3	7	7	14	15	9	9	26	26	5	6	6	6	13	13	15	15	102	104
GC2	7	8	3	3	12	11	16	17	9	9	18	22	6	5	2	2	12	12	12	12	97	101
GC3	6	7	2	3	10	10	10	13	9	9	22	24	4	4	5	6	12	13	11	11	91	100
GC4	2	6	3	2	12	11	14	16	10	11	28	28	5	6	2	2	2	8	13	13	91	103
GC5	5	6	0	1	8	10	17	17	4	6	24	27	3	4	8	7	9	11	9	11	87	100
GC6	4	5	3	3	4	4	17	17	7	7	24	24	6	6	3	4	9	10	11	12	88	92
GC7	8	8	1	2	9	11	11	13	10	10	18	24	6	6	3	5	13	14	9	12	88	105
GC8	3	3	3	3	7	10	11	11	5	8	28	28	3	5	6	6	7	10	13	13	86	97
GC9	9	9	3	3	11	11	12	13	4	5	8	19	4	5	8	8	11	13	14	14	84	100
GC10	9	9	2	3	11	11	9	9	3	7	22	25	6	6	7	8	8	8	11	11	88	97
GC11	8	8	3	2	7	10	9	12	11	10	23	24	5	6	7	8	3	5	11	13	87	98
GC12	7	8	1	1	7	9	12	12	1	4	25	27	6	6	8	8	8	9	7	11	82	95
GC13	5	7	3	3	8	9	11	11	6	9	23	25	3	4	6	6	8	9	7	8	80	91
GC14	7	7	0	0	8	10	17	17	8	10	18	18	4	5	3	4	10	12	9	11	84	94
GC15	4	6	3	2	12	11	10	13	6	6	18	22	3	4	2	3	9	12	14	15	81	94
GC16	2	6	0	1	12	11	11	14	8	10	28	28	4	4	2	2	4	9	10	11	81	96
GC17	5	7	0	1	9	10	11	11	9	9	21	25	6	6	2	2	9	11	12	13	84	95
GC18	9	8	2	2	8	8	10	13	3	3	27	27	5	6	7	7	3	6	8	8	82	88
GC19	2	3	2	3	12	11	11	13	11	10	27	28	3	3	4	5	2	4	6	9	80	89
GC20	7	7	0	0	10	10	9	9	1	3	27	28	6	5	8	7	3	5	6	6	77	80
GC21	8	8	1	2	10	10	11	12	6	9	13	14	3	5	5	7	8	9	11	13	76	89
GC22	6	7	1	2	3	3	15	16	4	4	21	25	5	6	5	5	5	5	13	13	78	86
GC23	4	5	3	2	8	8	12	13	6	7	17	19	3	5	5	5	9	12	7	8	74	84
GC24	1	2	0	1	11	11	14	16	7	8	15	21	5	5	5	7	6	10	13	14	77	95
GC25	3	6	3	2	12	11	11	12	8	9	13	19	4	5	3	5	7	7	7	10	71	86
GC26	4	7	2	2	11	11	15	15	3	6	13	15	6	5	6	6	5	7	11	12	76	86
GC27	5	6	3	2	10	11	9	12	7	8	13	20	6	5	5	7	3	3	13	13	74	87
GC28	3	6	2	2	5	7	15	16	2	7	14	20	3	5	3	3	7	9	13	13	67	88
GC29	2	2	3	3	3	3	15	16	1	6	13	17	3	5	7	8	5	8	15	15	67	83
GC30	2	3	3	2	7	8	11	12	1	6	12	21	3	3	7	8	11	12	10	12	67	87
GC31	4	6	3	2	10	11	9	12	2	5	14	22	4	4	4	7	11	9	12	12	66	89
GC32	4	6	2	3	11	11	13	15	6	7	6	6	5	6	4	5	3	4	14	14	68	77
GC33	7	8	3	2	10	10	13	13	2	7	8	19	3	3	6	6	9	10	7	7	65	85
GC34	3	5	1	2	3	5	14	14	3	5	20	21	5	6	5	5	4	6	7	9	65	78
GC35	3	3	2	2	3	4	17	16	8	8	4	5	5	5	7	7	11	11	7	11	67	72
GC36	7	8	1	2	3	4	13	13	8	10	2	8	6	6	8	7	4	5	15	15	67	78
GC37	6	8	2	3	8	8	15	16	4	4	2	3	5	5	2	4	9	9	11	13	64	73
GC38	5	6	0	1	4	7	12	15	2	4	11	11	6	6	2	5	9	9	14	15	65	79
GC39	8	8	2	3	6	9	11	14	2	6	2	10	4	4	8	8	5	8	10	12	58	82
GC40	8	8	2	4	7	9	12	9	10	5	13	5	6	3	3	2	3	15	15	62	79	
GC41	5	6	1	1	3	3	13	13	1	2	12	21	4	4	2	5	5	6	11	12	57	73

Tab.3 – Riepilogo dei risultati dei bambini del gruppo di controllo (GC)

Nelle prove iniziali e finali per i 5 anni il punteggio massimo che si può totalizzare è pari a 124 punti (Coggi & Ricchiardi, 2019). Dal confronto tra i risultati ottenuti dagli allievi del gruppo sperimentale con quelli del gruppo di controllo è possibile constatare un allineamento nella rilevazione al pre-test. Infatti, se si analizza la colonna riportante i valori totali dei singoli allievi più del 50% registra un punteggio superiore a 73,35 punti (profilo prestazione buona, secondo i parametri del campione normativo come riportato in Coggi & Ricchiardi, 2019). Ad eccezione di un bambino (GS46) che totalizza 49 punti su un massimo di 124, denotando un profilo carente (Tab.2). La situazione al post-test evidenzia un generale avanzamento in entrambi i gruppi, anche se i profili migliori si rilevano nel gruppo sperimentale in cui più del 50% delle prestazioni dei singoli bambini si colloca nella fascia di livello più alta con punteggi superiori a 97,54 punti.

#### 4. Risultati e discussione

Per quantificare la differenza tra i due gruppi (GS e GC) e misurare l'efficacia del percorso di potenziamento della abilità visuo-spaziali, oltre ai valori delle medie e delle deviazioni standard, sono stati calcolati gli indici di *Effect Size* (EF) sia sui singoli processi cognitivi, sia sui punteggi complessivi registrati in fase pre e post-test. Nelle tabelle di seguito si riportano le elaborazioni sui dati relativi alle prestazioni dei bambini appartenenti al gruppo sperimentale (Tab. 4) e al gruppo di controllo (Tab. 5).

	MEMORIA VISIVA		MEMORIA VERBALE		CONOSCENZA		COMPRESIONE RELAZIONI		COMPRESIONE ORDINAMENTO		COMPRESIONE CLASSIFICAZIONE		RAGIONAMENTO		CAPACITA' CRITICA		CREATIVITA'		CONTEGGIO		TOTALE	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
MIN	1	2	0	0	3	3	9	10	1	1	2	6	3	3	2	3	2	2	6	8	49	72
MAX	9	9	3	3	12	12	17	17	11	11	29	29	6	6	8	8	13	14	15	15	107	113
Media	4,67	6,89	1,50	1,59	7,35	8,33	13,04	15,28	6,61	7,78	14,70	17,76	4,44	4,67	5,31	5,89	7,87	10,76	11,02	12,69	76,54	91,91
Dev.Std.		2,30		1,03		2,65		2,35		2,92		6,62		1,07		1,62		3,49		2,69		12,24
ES		0,96		0,08		0,37		0,95		0,40		0,46		0,21		0,36		0,83		0,62		1,26

**Tab.4 – Statistiche relative ai bambini del gruppo sperimentale (GS)**

	MEMORIA VISIVA		MEMORIA VERBALE		CONOSCENZA		COMPRESIONE RELAZIONI		COMPRESIONE ORDINAMENTO		COMPRESIONE CLASSIFICAZIONE		RAGIONAMENTO		CAPACITA' CRITICA		CREATIVITA'		CONTEGGIO		TOTALE	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
MIN	1	2	0	0	3	3	9	9	1	2	2	3	3	3	2	2	2	3	6	6	57	72
MAX	9	9	3	3	12	11	17	17	11	11	28	28	6	6	8	8	13	14	15	15	102	105
Media	5,15	6,24	1,88	2,05	8,02	8,71	12,30	13,63	5,51	7,15	16,48	20,08	4,53	5,00	4,88	5,50	6,90	8,63	10,76	11,88	76,85	89,15
Dev.Std.		2,15		0,99		2,88		2,42		2,88		7,55		1,08		2,04		3,15		2,61		11,65
ES		0,51		0,17		0,24		0,55		0,57		0,48		0,44		0,31		0,55		0,43		1,06

**Tab.5 – Statistiche relative ai bambini del gruppo di controllo (GC)**

Nella rilevazione iniziale, i valori medi totali si collocano nel livello superiore rispetto ai parametri normativi (la media del campione normativo è pari a 63,63), sia nel gruppo sperimentale (Media=76,54) sia in quello di controllo (Media=76,85). Si denota una situazione di partenza pressoché equivalente, con un minimo avanzamento del valore della media del gruppo di controllo (+ .31) rispetto al gruppo sperimentale. Dall'analisi dei risultati conseguiti al post-test si riscontra un generale miglioramento nei due gruppi sia nelle singole aree cognitive, sia a livello complessivo. Dopo il training di stimolazione, entrambi i gruppi registrano valori medi che si attestano nella media rispetto al campione normativo (pari a 86,45 punti). Ciò nonostante, nell'ambito di questo avanzamento generale è riscontrabile una differenza tra il gruppo sottoposto a trattamento e quello che ha seguito la modalità ordinaria. Per verificare l'efficacia dell'intervento, si è proceduto a calcolare l'ampiezza dell'effetto ottenendo il valore di ES mediante l'indice di Hattie (2011). Le misure ricavate forniscono la dimensione del cambiamento. In particolar modo, è possibile rilevare di quanto siano progredite le prestazioni dei soggetti sottoposti a sperimentazione rispetto a coloro che hanno ricevuto il trattamento. L'indice di Hattie ha permesso di quantificare l'impatto dell'intervento tra la situazione pre e post-test all'interno del medesimo gruppo, relativamente alla singola area di interesse.

Osservando infatti gli ES inerenti ai punteggi totali tra i due gruppi (GS e GC), è possibile notare che tale valore è maggiore di 0,20 nel gruppo sperimentale (ES=1,26) rispetto al gruppo di controllo. Rapportando tali risultati ai valori soglia, entrambi i gruppi superano lo 0,80 denotando un considerevole avanzamento. Andando ad osservare poi le singole aree cognitive, ciò non appare uniformemente distribuito, ma è più evidente su aspetti quali la memoria visiva (0,96 per il GS rispetto a 0,51 per il GC), la comprensione delle relazioni (0,95 per il GS rispetto a 0,55 per il GC), la creatività (0,83 per il GS rispetto a 0,55 per il GC) e il conteggio (0,62 per il GS rispetto a 0,43 per il GC). Gli esiti ottenuti attestano l'incisività del trattamento nel gruppo sperimentale relativamente alle aree menzionate, comprovando quanto affermato dalla letteratura di riferimento in merito alla connessione tra compiti basati sull'integrazione tra il sistema motorio e il sistema visivo, che richiedono una corretta configurazione mentale dello spazio, e le capacità di conteggio, problem solving e comprensione delle relazioni spaziali. Questi ultimi aspetti, se deficitari, correlano positivamente con le difficoltà riscontrate nella memoria di lavoro visuo-spaziale (Cornoldi, Dalla Vecchia & Tressoldi, 1995). L'attenzione selettiva e la memoria visuo-spaziale rappresentano, dunque, dei predittori

determinanti nell'apprendimento di specifici contenuti disciplinari che richiedono il coinvolgimento del ragionamento. I processi cognitivi con un indice di ES elevato dimostrano, dunque, la relazione esistente tra le abilità visuo-spaziali e le attività di training incentrate sull'orientamento spaziale, sul riconoscimento di rappresentazioni geometriche, sulla composizione e decomposizione delle figure. Ragione per cui l'evidenza di un incremento sulle prime può essere ritenuto, con buona approssimazione, un segnale di efficacia dei materiali proposti. Alla luce di quanto affermato e dei risultati di questa prima sperimentazione condotta, l'applicazione realizzata ed il suo impiego sembra aver avuto effetto sui bambini coinvolti.

## 5. Conclusioni e sviluppi futuri

Numerose ricerche confermano la correlazione esistente tra le abilità visuo-spaziali e l'operazione di conteggio già a partire dalla scuola dell'infanzia. La memoria visuo-spaziale mantiene temporaneamente le informazioni relative alla posizione assunta dagli stimoli nel monitoraggio di immagini in sequenza e nelle operazioni di regolazione cognitiva (Duff & Logie, 1999; Logie, 1995). I compiti di seriazione, di classificazione, di rotazione mentale richiedono l'attivazione della memoria visuo-spaziale e il coinvolgimento delle funzioni esecutive, di quei processi selettivi, attentivi e regolativi dei comportamenti implicati nella risoluzione di un problema (Diamond & Lee, 2011; Diamond, 2013; Welsh & Pennington, 1988). Pertanto, prestazioni deficitarie in compiti quali il discriminare i segni numerici, l'incolonnare i numeri e il rispettare la direzione nell'esecuzione dei calcoli comprovano l'inefficacia delle abilità visuo-spaziali. In generale, la verifica delle abilità prescolastiche consentirebbe di individuare, in via preventiva e tempestiva, delle difficoltà che potrebbero insorgere negli anni della scuola primaria. Per tale motivo, la predisposizione di percorsi psicoeducativi di allenamento cognitivo favorirebbe la modifica dei circuiti nervosi, limitando i rischi di insuccesso formativo.

Secondo i principi del *game design*, interventi ben pianificati con obiettivi chiari e definiti, compiti di complessità graduale, intervallati da feedback immediati, consentono all'allievo di ritornare su determinate sequenze di azioni, al fine di consolidare le funzioni e le abilità cognitive esercitate. Tra le potenzialità dei giochi interattivi si annovera, infatti, la possibilità di accrescere la motivazione intrinseca del bambino il quale è spinto ad agire per il mero piacere di giocare (Vygotzky, 1978), oltre alla motivazione estrinseca che si identifica con l'avanzamento nei livelli successivi. Così come nell'esperienza descritta, quando l'interazione avviene tramite uno schermo tattile, il bambino ha la possibilità di trascinare, assemblare, ruotare o manipolare figure, mantenendo elevato il controllo attentivo grazie ai feedback visivi e sonori forniti dall'applicazione alla LIM in conseguenza alle sue azioni.

In tale scenario, va riconosciuto un ruolo determinante alla scuola dell'infanzia, quale contesto ideale per offrire esperienze articolate e stimolanti, colmando anche eventuali condizioni di svantaggio socioculturale ed economico. A tal proposito, è necessario promuovere la sperimentazione di percorsi didattici con strumenti operativi costruiti ad hoc, tesi ad affinare le potenzialità del bambino in maniera preventiva e in modalità ludica. Nei giochi strutturati come quelli proposti, risulta centrale la figura del docente, il quale è chiamato a predisporre il setting e a monitorare le prestazioni degli allievi, supportandoli in caso di difficoltà e la-

sciandoli autonomi nell'esecuzione dei compiti di complessità crescente. Pur nei limiti della presente ricerca, non disponendo di un campione abbastanza ampio e avendo attivato il percorso di stimolazione negli ultimi mesi dell'anno scolastico a causa della sospensione della didattica in presenza dovuta al Covid-19, sembrerebbe che la realizzazione di training di potenziamento con esercizi mirati attraverso l'uso della LIM, favorisca un miglioramento nei processi cognitivi riguardanti la memoria di lavoro visiva, la comprensione delle relazioni, la creatività e il conteggio. Al di là di questo progetto pilota, sarebbe auspicabile replicare la sperimentazione conducendo uno studio longitudinale così da effettuare rilevazioni ripetute sui medesimi oggetti d'analisi, in un periodo di tempo più lungo.

## Ringraziamenti

Questa ricerca è stata sostenuta dalla S.Ap.I.E., Società per l'apprendimento e l'Istruzione Informati da Evidenza. In particolare, gli autori sono grati al Prof. Antonio Calvani che ha fornito intuizioni e competenze che hanno notevolmente aiutato la ricerca descritta in questo articolo e al Prof. Antonio Marzano che ha dato idee, suggerimenti e supporto.

## Riferimenti bibliografici

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, Vol. 8 (pp. 47-89). Academic Press.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. Oxford University Press.
- Büchel, F. P. (1995). *L'éducation cognitive: le développement de la capacité d'apprentissage et son évaluation*. Delachaux et Niestlé.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228. <https://doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Calvani, A., & Zanaboni, B. (2018). *Tavole Logico-Visive. Incastri, rotazioni, sviluppi, inferenze, tabelle, punti di vista (3-12 anni)*. S.Ap.I.E., Società per l'apprendimento e l'Istruzione Informati da Evidenza.
- Clark, R.C. (2010). *Evidence-Based Training Methods: A Guide for Training Professionals*. Astd Press.
- Clark, R.C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in learning. Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Pfeiffer Wiley.
- Coggi, C., & Ricchiardi, P. (2014) La «school readiness» e la sua misura: uno strumento di rilevazione per la scuola dell'infanzia. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies (ECPS Journal)*, 9, 283-309.
- Coggi, C., & Ricchiardi, P. (2019) *Pronti a imparare? Valutare la readiness cognitive nella scuola dell'infanzia. iMateriali*. Erickson.
- Cornoldi, C., Vecchia, R. D., & Tressoldi, P. E. (1995). Visuo Spatial Working Memory Limitations in Low Visuo Spatial High Verbal Intelligence Children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36(6), 1053-1064.
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2004). *Visuo-spatial working memory and individual differences*. Psychology Press.
- Diamond, A. (2012) Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current directions in psychological science*, 21(5), 335-341.

- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., Barnett, W.S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(13), 87-88. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>
- Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4-12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964. <https://doi.org/10.1126/science.1204529>.
- Duff, S. C., & Logie, R. H. (1999). Storage and processing in visuo spatial working memory. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40(4), 251-259. <https://doi.org/10.1111/1467-9450.404124>
- Feuerstein, R., Feuerstein, R. S., Falik, L. H., & Rand, Y. A. (2008). *Il programma di arricchimento strumentale di Feuerstein. Fondamenti teorici e applicazioni pratiche*. Edizioni Erickson.
- Gagne, R. (1975). *Essentials of learning for instruction*. Dryden.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Hattie, J. (2011). Which strategies best enhance teaching and learning in higher education? In D. Mashek & E. Hammer (Eds.), *Empirical research in teaching and learning: Contributions from social psychology* (pp. 130-142). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., Naqvi, S., & MacKinnon, S. (2017). Enhancing children's spatial and numerical skills through a dynamic spatial approach to early geometry instruction: Effects of a 32-week intervention. *Cognition and Instruction*, 35(3), 236-264. <https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1323902>
- Kaldenberg, E.R., Watt, S.J. & Therrien, W.J. (2015). Reading instruction in science for students with learning disabilities. A Meta-Analysis. *Learning disability quarterly*, 38, 3, 160-173. <https://doi.org/10.1177/0731948714550204>
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J., & Hautamäki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 65-76.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Psychology Press.
- Lowrie, T., Logan, T., & Ramful, A. (2017). Visuospatial training improves elementary students' mathematics performance. *British Journal of Educational Psychology*, 87(2), 170-186. <https://doi.org/10.1111/bjep.12142>
- Lucchiaro, C. (Ed.). (2018). *Psicologia a scuola: un percorso pratico-teorico*. Libreriauniversitaria.it Edizioni.
- Maffioletti, S., & Facchin, A. (Eds.). (2016). *La visione nell'apprendimento del bambino. Indicazioni, prassi e trattamenti: Indicazioni, prassi e trattamenti*. FrancoAngeli.
- MIUR (2012). *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione*. <http://www.indicazioninazionali.it/wpcontent/uploads/2018/08/IndicazioniAnnaliDefinitivo.pdf>
- MIUR (2018). *Indicazioni nazionali e nuovi scenari* <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/>
- Miyake, A., & Shah, P. (Eds.). (1999). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge University Press.
- NAEYC (2009). *Developmentally Appropriate Practice in Early Childhood Programs Serving Children from Birth through Age 8*. Position statement. [www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/PSDAP.pdf](http://www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/PSDAP.pdf)
- National Early Literacy Panel (2008). *Developing Early Literacy: report of the National Early Literacy Panel*. Washington, DC: National Institute for Literacy. <http://lincs.ed.gov/publications/pdf/NELPreport09.pdf>
- Paour, J.-L. (2003). L'educazione cognitiva e metacognitiva e i programmi d'intervento. In O. Albanese, P. A. Doudin, and D. Martin (2003) (Eds.). *Metacognizione ed educazione. Processi, apprendimenti, strumenti* (pp. 255-277). Milano: FrancoAngeli.
- Raffaghelli, J. (2018). Ipotesi per il training: alcuni suggerimenti. In A. Calvani, B. Zanaboni, *Tavole Logico-Visive. Incastri, rotazioni, sviluppi, inferenze, tabelle, punti di vista* (3-12 anni) (pp. 13-18). Firenze: SApIE.
- Riccioni, R., & Stella, G. (2016). Una prova di gnosis digitale. Risultati di uno studio preliminare

- effettuato in bambini frequentanti la classe I Primaria. *Psicologia clinica dello sviluppo*, 20(3), 381-392.
- Rimm-Kaufman, S. E., Pianta, R. C., & Cox, M. J. (2000). Teachers' judgments of problems in the transition to kindergarten. *Early childhood research quarterly*, 15(2), 147-166. [https://doi.org/10.1016/S0885-2006\(00\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S0885-2006(00)00049-1)
- Sandberg, A., & Bostrom, N. (2009). *Converging Cognitive Enhancements*, <http://www.nick-bostrom.com/papers/converging.pdf>
- Scheiman, M., & Rouse, M. W. (2006). *Optometric management of learning-related vision problems*. Elsevier Health Sciences.
- Trincherò, R. (2017). Nove concetti chiave per un'istruzione informata dall'evidenza. *Formazione & Insegnamento*, 15(2), 113-126. <http://dx.doi.org/10.13128/formare-22386>
- Vegliante, R., & Miranda, S. (2020). Costruire strumenti per lo sviluppo dell'intelligenza visuo-spaziale in età prescolare: il modello software VIEP-app. *Media Education*, 11(2), 93-108. <https://doi.org/10.36253/me-9637>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Welsh, M.C., & Pennington, B.F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230. <https://doi.org/10.1080/87565648809540405>.
- Zhang, X., & Lin, D. (2015). Pathways to arithmetic: The role of visual-spatial and language skills in written arithmetic, arithmetic word problems, and non symbolic arithmetic. *Contemporary Educational Psychology*, 4, 188-197. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.01.005>.