

Un metodo didattico per valutare la resistenza al trattamento nella diagnosi della discalculia

An educational method for evaluating the resistance to the treatment in the diagnosis of dyscalculia

Giampaolo Chiappini^a, Giacomo Cozzani^b, Shaula Verna^c, Cristina Potente^d, Fabrizio De Carli^e

^a *Istituto per le Tecnologie Didattiche, CNR, chiappini@itd.cnr.it*

^b *Istituto per le Tecnologie Didattiche, CNR, cozzani@itd.cnr.it*

^c *Centro Leonardo, info@centroleonardo.net*

^d *Centro Leonardo, info@centroleonardo.net*

^e *Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare (IBFM), fabrizio@dism.unige.it*

Abstract

In questo lavoro viene presentato un metodo didattico che si è dimostrato efficace per valutare la resistenza al trattamento dello studente che è uno dei parametri fondamentali per distinguere la difficoltà di apprendimento in matematica dal disturbo di apprendimento noto come discalculia. Il metodo si basa sull'uso dell'applicazione GimmeFive che è stata progettata per sviluppare competenze nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre. In questo lavoro vengono presentati risultati di due sperimentazioni condotte con gruppi di studenti rispettivamente con difficoltà di apprendimento e con diagnosi di discalculia. Queste sperimentazioni hanno consentito di mostrare l'efficacia del metodo didattico nella valutazione della resistenza al trattamento e di discutere le caratteristiche che lo rendono adeguato per la valutazione del disturbo di apprendimento.

Parole chiave: discalculia; difficoltà di apprendimento; calcolo mentale; resistenza al trattamento; GimmeFive.

Abstract

In this paper a didactical method that has been proven effective for evaluating the "resistance to the treatment" of the student is presented. This parameter is essential for distinguishing the learning difficulties in mathematics from the learning disorder of dyscalculia. The method is based on GimmeFive, an application that has been designed to develop skills in mental calculation of multi-digit additions and subtractions. In this paper we present the results of two experiments conducted with groups of students respectively with learning difficulties in mathematics and dyscalculia. These experiments allowed to show the effectiveness of the didactical method in the evaluation of the resistance to the treatment and to discuss the features that make it adequate for the evaluation of the learning disorder.

Keywords: dyscalculia; learning difficulties; mental calculation; resistance to the treatment; GimmeFive.

1. Introduzione

In letteratura gli studenti che incontrano gravi difficoltà nell'apprendimento del sistema dei numeri e del calcolo sono definiti studenti a basso rendimento in ambito aritmetico. In relazione a un'indagine condotta nella scuola di base, e riportata su numerosi siti e articoli (Lucangeli, Dupuis, Genovese & Rulli, 2006), risulta che in Italia coloro che evidenziano questo tipo di difficoltà sono circa il 20% degli studenti di queste scuole. Per definizione, gli studenti a basso rendimento in aritmetica hanno QI nella norma e nessun deficit sensoriale, ma mostrano resistenza ad apprendere l'aritmetica secondo i tradizionali metodi di insegnamento. Nei test standardizzati tipicamente questi studenti producono risultati che si collocano nella fascia medio bassa (compresa tra una e due deviazioni standard al di sotto dei valori medi attesi nelle prove specifiche per l'età e/o la classe frequentata) o al di sotto di questa fascia (oltre due deviazioni standard al di sotto del valore atteso).

È importante notare che la stragrande maggioranza di questi studenti non presentano uno specifico impedimento all'apprendimento dell'aritmetica. Infatti, secondo i dati dell'International Academy for Research in Learning Disabilities (Iarld), solo il 2,5% della popolazione scolastica dovrebbe presentare difficoltà nella cognizione matematica in comorbidità con altri disturbi, e solo per una percentuale esigua di studenti (0,5-1%) si potrebbe parlare del disturbo di discalculia evolutiva.

Pertanto, la maggioranza di studenti che producono risultati che si collocano due deviazioni standard al di sotto dei valori medi attesi in un test standardizzato relativo al processamento numerico e al calcolo sono dei falsi positivi, cioè sono studenti che presentano sicuramente difficoltà di apprendimento in aritmetica ma non un disturbo specifico del sistema di elaborazione dei numeri come avviene per la discalculia.

Come noto, la discalculia è un disturbo dovuto a cause ancora non ben definite di natura neurobiologica che possono compromettere lo sviluppo delle abilità della cognizione numerica e quelle esecutive di calcolo (ISS, 2011). Le abilità della cognizione numerica riguardano il riconoscimento immediato di piccole quantità (subitizing), i meccanismi di quantificazione, la seriazione, la comparazione, le strategie di composizione e decomposizione di quantità, le strategie di calcolo mentale (Butterworth, 2005). Le abilità esecutive di calcolo riguardano, invece, le procedure esecutive implicate nel calcolo scritto e cioè la lettura e scrittura dei numeri, l'incolonnamento, il recupero dei fatti aritmetici e gli algoritmi del calcolo scritto (Temple, 1991).

È importante rimarcare che anche nei bambini che non presentano un disturbo di apprendimento nel calcolo ma solo delle difficoltà di apprendimento possono emergere forti carenze nello sviluppo di molte di queste abilità. In questi casi, però, le cause della difficoltà di apprendimento non sono dovute a fattori neurobiologici, bensì a fattori contestuali. Questi ultimi comprendono anche i fattori didattici come l'inadeguatezza dei metodi praticati a scuola dall'insegnante. Quindi, nonostante l'eziologia diversa, gli studenti con difficoltà di apprendimento e quelli con disturbo di apprendimento originato dalla discalculia possono evidenziare comportamenti e prestazioni molto simili in aritmetica e ai test di primo livello che misurano le loro abilità. Tuttavia, ben diverso è il loro modo di rispondere ai cambiamenti delle condizioni contestuali e, in particolare, al cambiamento dei metodi di intervento didattico. Gli studenti con difficoltà di apprendimento normalmente evidenziano un miglioramento che può essere anche piuttosto veloce mentre gli studenti con discalculia non migliorano nella prestazione o migliorano in modo lento e instabile, ed evidenziano una forte resistenza al trattamento. La resistenza al trattamento, pertanto, è stata assunta come criterio principale per distinguere una difficoltà

da un disturbo di apprendimento in matematica e per compiere, quindi, la diagnosi di discalculia (ISS, 2011).

2. La diagnosi della discalculia

I metodi e i criteri di diagnosi della discalculia comunemente utilizzati sono stati codificati in specifici documenti, per esempio nel “Documento di accordo AID-AIRIPA” (AID-AIRIPA, 2012) o in quello elaborato con il metodo della Consensus Conference (ISS, 2011) dai rappresentanti delle principali organizzazioni dei professionisti che si occupano di questo disturbo (psicologi, logopedisti, neuropsichiatri, etc.).

Una prima azione di importanza fondamentale per la diagnosi è la realizzazione di un test standardizzato per rilevare la presenza di punteggi critici, che si collocano sotto il cut-off del 5 percentile (o delle 2 deviazioni standard [-2 ds]), in almeno il 50% in una batteria con adeguate proprietà psicometriche e sufficientemente rappresentativa delle abilità di numero e calcolo rispetto alla classe frequentata.

Sono disponibili varie batterie di test per la diagnosi della discalculia, quali la Batteria per la Discalculia Evolutiva (BDE), il test AC-MT, il test delle Abilità di Calcolo Aritmetico (AbCA). Tuttavia, nessuno di questi test, da solo, può consentire di individuare con certezza i bambini con discalculia. Infatti, è estremamente facile identificare attraverso il test anche profili di falsi positivi, cioè di bambini che hanno difficoltà di apprendimento in aritmetica, ma non uno specifico disturbo della cognizione.

La Consensus Conference ha ribadito che uno dei parametri fondamentali per distinguere un disturbo da una difficoltà di apprendimento è la resistenza al trattamento che si manifesta quando un individuo, risultato positivo al test standardizzato, non mostra miglioramenti significativi nell'apprendimento, nonostante l'applicazione di un adeguato metodo di intervento didattico (ISS, 2011).

Che caratteristiche deve possedere un trattamento per poter essere riconosciuto come un adeguato metodo di intervento, cioè per poter essere efficacemente usato per valutare la resistenza del soggetto?

Al riguardo, le linee guida della Consensus Conference (ISS, 2011) forniscono solo alcune indicazioni generali, e cioè che il trattamento deve fornire un insegnamento diretto ed esplicito, deve essere effettuato da un operatore esperto che insegna anche tecniche di autoistruzione, deve avere una durata di almeno 20 sessioni in totale, di 30 minuti ciascuna. Nel documento AID-AIRIPA (2012) vengono date indicazioni simili (30 ore di trattamento, due volte alla settimana per circa quattro mesi). Pensiamo che il rispetto di queste indicazioni sia una condizione necessaria ma non sufficiente per poter qualificare un metodo di intervento come “adeguato”.

3. Il problema di ricerca affrontato

In questi anni varie voci critiche hanno messo in rilievo il rischio che falsi positivi nei test standardizzati possano essere diagnosticati come discalculici a causa di un protocollo di diagnosi che è ancora piuttosto carente. La stessa L. n. 170/2010 in materia di DSA, che riconosce la tutela per gli studenti discalculici, richiede che siano definiti dei criteri più precisi per specificare quali casi possano ricevere realmente questa diagnosi. Al momento

attuale non esiste un metodo di intervento sperimentato e condiviso per valutare la resistenza al trattamento degli studenti, e la responsabilità della scelta del trattamento da praticare è lasciata al singolo operatore che deve effettuare la diagnosi. È stato evidenziato il rischio che operatori diversi, che attuano metodi di intervento differenti ma compatibili con le indicazioni della Consensus Conference prima riportate, possano giungere a sottoscrivere diagnosi opposte in materia. È importante sottolineare che gli eventuali errori nella diagnosi non sono dovuti a scarsa professionalità degli operatori, ma a una carenza del protocollo usato per la diagnosi.

Un errore nella diagnosi può pregiudicare le possibilità di sviluppo delle competenze matematiche dello studente. Infatti, a seguito della diagnosi di discalculia gli insegnanti si sentirebbero obbligati ad attivare le misure compensative e dispensative previste dalla normativa di tutela degli studenti con DSA. Tali misure possono essere controproducenti se applicate in assenza di discalculia, in quanto spostano l'attenzione sulla compensazione del deficit attraverso opportuni strumenti invece di cercare di migliorare la prestazione di per sé.

Al momento attuale non esiste un metodo di trattamento che sia stato testato e sia facilmente applicabile in contesti diversi, che sia in grado di fornire dati oggettivi ai fini della valutazione della resistenza al trattamento e di migliorare il processo di diagnosi.

La nostra ricerca intende fornire un contributo per la strutturazione di un tale metodo.

In questo articolo riportiamo i risultati di due sperimentazioni di un metodo di trattamento didattico che è stato applicato su due gruppi di studenti rispettivamente con difficoltà di apprendimento e con diagnosi di discalculia. L'applicazione del metodo ha fornito dati oggettivi che hanno messo in discussione varie diagnosi di discalculia relative agli studenti coinvolti nelle sperimentazioni, diagnosi che erano state effettuate in precedenza in centri differenti.

Il metodo di intervento didattico si avvale di tecnologia touch screen, è compatibile con le indicazioni della Consensus Conference, è fortemente strutturato e riproducibile in contesti diversi. Non nasce come metodo per valutare la resistenza al trattamento di studenti risultati positivi ai test per la discalculia ma come metodo didattico per sviluppare competenze nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre. Le sue potenzialità nella valutazione della resistenza al trattamento sono emerse nel corso delle due sperimentazioni che hanno messo in discussione le precedenti diagnosi.

Nel seguito, presenteremo le caratteristiche principali di questo metodo, forniremo i risultati delle due sperimentazioni e, alla luce di essi, discuteremo le potenzialità del metodo come strumento per valutare la resistenza al trattamento degli studenti nella diagnosi della discalculia.

4. Un metodo per lo sviluppo del calcolo mentale di addizioni e sottrazioni

Per presentare il metodo usato nella sperimentazione è prima necessario inquadrare l'oggetto per cui il metodo è stato elaborato, cioè il calcolo mentale e, in particolare, il calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre.

Il calcolo mentale è il processo cognitivo che un individuo compie per trovare il risultato di un'operazione che non è presente nella sua memoria a lungo termine, senza avvalersi dell'aiuto di alcun dispositivo esterno come carta e penna o calcolatrice. Il calcolo mentale

di addizioni e sottrazioni a più cifre si avvale di strategie che le persone esperte sviluppano adeguandosi alla situazione numerica affrontata. Il calcolo mentale è profondamente diverso da quello scritto basato, invece, sull'esecuzione meccanica e ripetitiva di procedure algoritmiche. È stato sottolineato che l'intelligenza numerica, che è la capacità di capire e rappresentarsi il mondo in termini di numeri e quantità, ha molto a che vedere con il calcolo mentale e poco con il calcolo scritto (Lucangeli, Ianniti & Vettore, 2007)

La ricerca ha evidenziato che nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre le persone esperte generalmente mobilitano tre tipi di strategie che sono schematizzate nella Figura 1 (Blöte, Klein & Beishuizen, 2000; Lucangeli, Tressoldi, Bendotti, Bonanomi & Siegel, 2003).

Strategia di decomposizione	Strategia sequenziale	Strategia di compensazione
$34 + 27 = ; 30 + 20 = 50;$ $4 + 7 = 11; 50 + 11 = 61$	$34 + 27 = ; 34 + 20 = 54;$ $54 + 7 = 61$	$34 + 27 = ; 34 + 30 = 64;$ $64 - 3 = 61$
$67 - 23 = ; 60 - 20 = 40;$ $7 - 3 = 4; 40 + 4 = 44$	$67 - 23 = ; 67 - 20 = 47;$ $47 - 3 = 44$	$67 - 23 = ;$ $70 - 20 - 3 - 3 = 44$

Figura 1. Strategie per il calcolo mentale di addizioni e sottrazioni.

Notiamo che le strategie di decomposizione sono strategie in cui i due numeri coinvolti nel calcolo sono visti principalmente come oggetti dotati di una struttura decimale, quindi decomposti in base a tale struttura (es. centinaia, decine e unità), con il fine di sommare o sottrarre separatamente le varie parti della struttura per poi ricomporre nel risultato i calcoli parziali effettuati.

Le strategie sequenziali, invece, sono strategie nelle quali solo il secondo numero viene decomposto nella struttura decimale (es. centinaia, decine, unità) per far sì che queste parti possano essere sequenzialmente sommate o sottratte al primo numero.

Infine, le strategie di compensazione sono strategie in cui i due numeri coinvolti nel calcolo sono visti come oggetti che possono essere strutturati in modi diversi, sfruttando specifiche proprietà aritmetiche, con il fine di giungere ad una forma rappresentativa del calcolo che renda la sua esecuzione molto più facile da essere eseguita mentalmente. In generale, le competenze degli studenti nell'uso di queste strategie sono piuttosto carenti. Le cause dei modesti risultati nello sviluppo di queste strategie sono dovute principalmente al curriculum e alla tradizione scolastica (che sono centrati principalmente sull'insegnamento delle procedure del calcolo scritto), all'inadeguatezza dei metodi didattici impiegati nel sostenere gli studenti nel loro sviluppo, oltre che alle caratteristiche di funzionamento cognitivo degli studenti. Nonostante il valore formativo del calcolo mentale e la sua importanza nel successo degli studenti in ambito matematico siano oggi condivisi nell'ambito della ricerca didattica (Varol & Farran, 2007), questo tipo di calcolo risulta ancora poco insegnato nel sistema scolastico italiano.

Inoltre, la ricerca ha evidenziato che le strategie sequenziali, di decomposizione e di compensazione non vengono normalmente usate spontaneamente dagli studenti con basso rendimento in ambito aritmetico (Fuchs, Fuchs & Prentice, 2004; Hanich, Jordan, Kaplan & Dick, 2001). Questi studenti tendono ad usare la strategia in cui si sentono più sicuri, e questa generalmente è basata sulla conta (spesso supportata dall'uso delle dita) o sull'esecuzione mentale delle procedure del calcolo scritto.

Per offrire a questi studenti nuove opportunità per apprendere e interiorizzare le strategie di calcolo mentale usate dalle persone esperte è stato realizzato GimmeFive (Chiappini, Cozzani & Bernava, 2015a), un'applicazione attualmente funzionante su iPad e iPhone.

L'idea didattica che è soggiacente all'uso di GimmeFive è quella di sfruttare la tecnologia touch screen dei tablet e smartphone per:

- reificare, attraverso semplici gesti quali il *tap*, il *drag* e lo *swipe*, le strategie che le persone esperte usano nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre;
- sostenere lo sviluppo e l'automatizzazione delle abilità coinvolte nell'esecuzione di queste strategie.

In Figura 2 sono riportate quattro immagini dei momenti cruciali del calcolo mentale di “33 + 54” con GimmeFive.

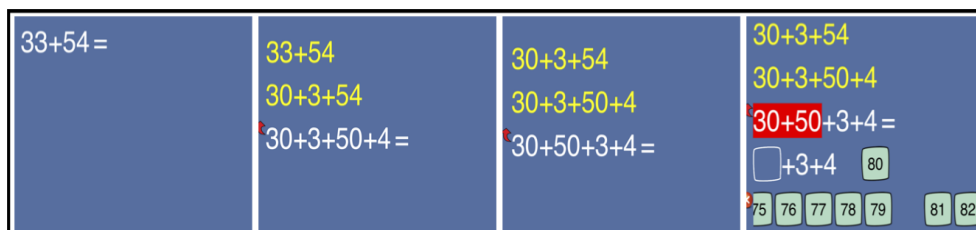


Figura 2. Calcolo di “33 + 54” con GimmeFive.

La prima immagine di Figura 2 mostra come il compito appare sul display di questa applicazione. Il tap con il dito sul primo e poi sul secondo addendo del compito produce il risultato riportato nella seconda immagine di Figura 2. Notiamo che la decomposizione in parti dei due addendi, che la persona esperta produce mentalmente, è qui incorporata nel gesto del tap che l'alunno può inizialmente attivare attraverso un approccio esplorativo oppure in modo guidato dal tutor.

Effettuata la decomposizione, il drag applicato sul numero 50 produce l'effetto riportato nella terza immagine di Figura 2. In questo caso il gesto del drag reifica quanto la persona esperta compie mentalmente dopo la decomposizione dei due addendi per riorganizzare le varie parti della struttura numerica decomposta.

Vediamo ora come avviene la somma delle parti in GimmeFive. Il tap sul primo operando (quarta immagine della soluzione con GimmeFive) determina la selezione del calcolo da compiere ($30 + 50$) e predispone l'interfaccia per poterlo eseguire. Compare una barra a scorrimento dei numeri sulla quale lo studente, tramite il gesto di *swipe*, può selezionare il risultato del calcolo e, tramite il gesto del *drag*, può trascinarlo nella cella preposta ad accoglierlo. Questa procedura viene applicata sia per svolgere i calcoli parziali sia per trovare il risultato finale del calcolo.

Nell'esempio descritto la strategia coinvolta è quella di decomposizione, ma con GimmeFive tutte le strategie di calcolo mentale di addizione e sottrazione a più cifre possono essere reificate nel funzionamento dell'applicazione e possono quindi essere concretamente attualizzate nello svolgimento di questi calcoli.

Osserviamo che mediante gesti quali il tap, il drag e lo *swipe*, GimmeFive rende concrete le strategie usate dagli esperti nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre. In questo modo, le strategie di calcolo mentale cessano di essere per gli studenti operazioni astratte da eseguire solo mentalmente. GimmeFive consente di reificarle e renderle

ostensive, permettendo a tutti gli studenti di scoprirle e di fare una concreta esperienza del loro uso attribuendo ad esse il significato che lo sviluppo culturale e la pratica sociale hanno loro assegnato. Allo stesso tempo, GimmeFive offre stimoli cognitivi e percettivi che consentono allo studente di apprendere le abilità coinvolte nella realizzazione di queste strategie e più in particolare, l'abilità di decomporre i valori numerici coinvolti nel calcolo, di riorganizzare gli elementi numerici e mantenerli nella memoria di lavoro e di richiamare dalla memoria a lungo termine i fatti aritmetici pertinenti per esprimere i risultati parziali e quello finale.

5. Gli ambienti di GimmeFive

GimmeFive si compone di otto ambienti riportati in Figura 3.



Figura 3. Gli ambienti di GimmeFive.

I primi cinque ambienti supportano lo sviluppo delle competenze di aritmetica mentale che costituiscono un prerequisito per lo sviluppo del calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre.

È importante rimarcare che l'aritmetica mentale coincide con il richiamo rapido e preciso di fatti numerici dalla propria memoria, e si basa principalmente sull'abilità di memoria del soggetto, e più in particolare della sua memoria verbale. Il possesso di buone competenze di aritmetica mentale è un requisito fondamentale per sviluppare una buona padronanza nello sviluppo sia delle strategie di calcolo mentale sia delle procedure di calcolo scritto. Questi cinque ambienti sono stati progettati per offrire agli studenti nuove modalità di tipo visuale per:

- imparare a gestire le relazioni additive tra numeri con risultato minore o uguale a 10;
- apprendere a decomporre i numeri entro il 10 usando come base della decomposizione il numero 5 per determinare il risultato di addizioni ad una cifra con risultato compreso tra 11 e 18;
- imparare a gestire le relazioni additive tra decine, tra centinaia, etc.

Gli ultimi tre ambienti di Figura 3 sono volti a supportare lo sviluppo delle tre strategie (sequenziale, di decomposizione e di compensazione) che possono essere coinvolte nei calcoli mentali di addizioni e sottrazioni.

Una descrizione dettagliata degli ambienti di cui GimmeFive si compone è riportata all'indirizzo <http://www.alnuset.com/it/gimmefive> dove si possono visionare anche filmati relativi al funzionamento di questa applicazione.

6. Il protocollo delle sperimentazioni

Il metodo basato sull'uso di GimmeFive è stato valutato attraverso due sperimentazioni controllate.

Nella prima sperimentazione (Chiappini, Cozzani, Bernava, Potente, Verna & De Carli, 2015b) sono stati coinvolti due gruppi di studenti a basso rendimento in ambito aritmetico. Più in particolare gli studenti che al termine della sperimentazione hanno concluso il training nel rispetto delle indicazioni del protocollo sono stati un gruppo di quattro studenti con difficoltà di apprendimento e un gruppo di quattro studenti con diagnosi di discalculia. Tutti questi studenti, prima della sperimentazione, erano stati sottoposti a diagnosi e trattamento e frequentavano le ultime due classi della scuola primaria e le prime due classi della scuola media.

Nella seconda sperimentazione sono stati coinvolti quattro studenti con difficoltà di apprendimento (tutti e quattro erano risultati positivi al test standardizzato ma due di essi, dopo il test, non erano stati sottoposti ad alcun trattamento) e tre studenti con diagnosi di discalculia.

Tutti gli studenti delle due sperimentazioni erano seguiti presso il Centro Leonardo di Genova che è stato coinvolto nelle sperimentazioni. La diagnosi di discalculia e l'attestazione di difficoltà di apprendimento erano state compiute presso questo centro e presso altri centri pubblici e privati operanti a Genova. I criteri utilizzati nella diagnosi fanno riferimento ai documenti dell'accordo AID-AIRIPA (2012) e della Consensus Conference (ISS, 2011) presentati nel paragrafo 2. Tutti gli studenti che hanno partecipato alla sperimentazione hanno un QI nella norma e nella diagnosi di discalculia sono stati rispettati i criteri generali per la diagnosi di DSA e i relativi criteri di esclusione (assenza di deficit sensoriali e neurologici).

Le sperimentazioni sono state realizzate per valutare l'efficacia del metodo nello sviluppo delle strategie sequenziali e di decomposizione nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni sia con studenti con difficoltà di apprendimento che con discalculia.

Sia nella prima che nella seconda sperimentazione tutti gli studenti hanno iniziato l'attività a partire dal primo ambiente di GimmeFive e, in successione, hanno operato in tutti gli ambienti ad eccezione dell'ultimo. I tutor che hanno seguito gli studenti nella prima sperimentazione avevano ricevuto una breve formazione sulle tematiche al centro dell'indagine per poter gestire con sicurezza le attività. Nella seconda sperimentazione gli studenti sono stati seguiti da un solo tutor, che aveva partecipato anche alla sperimentazione precedente.

Le due sperimentazioni sono state condotte in base ad un protocollo condiviso tra ricercatori e tutor. Anche i genitori degli studenti sono stati coinvolti: si sono assunti l'impegno di monitorare i propri figli a casa durante lo svolgimento dei compiti assegnati

loro dai tutor e di compilare giorno per giorno un resoconto dell'attività svolta. Il protocollo della sperimentazione prevedeva:

- un incontro settimanale tra tutor e studente della durata di circa 45 minuti. All'inizio di ogni incontro il tutor verificava la prestazione dello studente relativa all'attività svolta nell'incontro precedente (prendendo nota degli errori commessi e del tempo impiegato nell'esecuzione di un set di dieci compiti svolti con GimmeFive). Quindi introduceva la nuova attività con GimmeFive fornendo il supporto indicato dal protocollo di gestione dell'attività. Al termine dell'incontro verificava la prestazione relativa alla sessione di lavoro corrente (prendendo nota degli errori commessi e del tempo impiegato nell'esecuzione di un set di dieci compiti). Il tutor, infine, assegnava allo studente i compiti da svolgere a casa;
- un'attività giornaliera che lo studente svolgeva a casa, della durata media di dieci minuti, monitorata dai genitori, che consisteva nello svolgimento di due o tre sequenze di dieci esercizi con GimmeFive. I genitori dovevano ogni volta registrare in una griglia il numero di compiti svolti a casa dai loro figli e il tempo impiegato.

Le sperimentazioni hanno avuto una durata di tre mesi. Ciascuna di esse ha contemplato circa 13 incontri tra tutor e studenti.

7. Gli strumenti di valutazione usati nelle due sperimentazioni.

Prima di iniziare la sperimentazione tutti gli studenti sono stati sottoposti al test BDE per quanto riguarda i sotto-test di calcolo mentale con risultato " < 10 " (BDE_1) e " > 10 " (BDE_2) come riportato nelle tabelle in Figura 4 e Figura 5. I test BDE_1 e BDE_2 sono stati ritenuti adeguati al tipo di sperimentazione che volevamo compiere.

$4 + 2$	$5 + 3$	$3 + 6$	$7 + 2$	$1 + 5$	$2 + 3$
$5 - 2$	$7 - 5$	$8 - 3$	$9 - 1$	$6 - 4$	$3 - 2$

Figura 4. Test BDE_1.

$8 + 5$	$3 + 8$	$6 + 7$	$9 + 8$	$4 + 9$	$7 + 5$	$13 + 14$	$10 + 12$	$27 + 14$	$50 + 30$
$12 - 5$	$18 - 6$	$11 - 3$	$15 - 2$	$16 - 8$	$13 - 4$	$30 - 6$	$43 - 15$	$52 - 19$	$70 - 30$

Figura 5. Test BDE_2.

Al termine della sperimentazione tutti gli studenti sono stati nuovamente sottoposti agli stessi test. Gli studenti sono stati anche sottoposti ad ulteriori due test, da noi elaborati, riportati in Figura 6.

$64 + 32$	$48 + 36$	$17 + 42$	$24 + 58$	$32 + 40$	$67 - 23$	$44 - 16$	$76 - 31$	$82 - 34$	$56 - 20$
$34 + 23$	$38 + 26$	$27 + 32$	$34 + 48$	$34 + 30$	$56 - 32$	$64 - 26$	$46 - 21$	$92 - 24$	$86 - 30$

Figura 6. Test su addizioni e sottrazioni a due cifre.

Nella prima sperimentazione questi ultimi test sono stati effettuati solo al termine del training mentre nella seconda sperimentazione sono stati realizzati anche prima del training.

Le cinque addizioni e cinque sottrazioni riportate nella prima riga della Figura 6 sono state proposte in modo orale, mentre quelle riportate nella seconda riga, di difficoltà analoga alle precedenti, sono state proposte anche in forma lineare scritta. Per ognuno di questi due test sono state registrate le risposte e il tempo di esecuzione sia delle addizioni che delle sottrazioni. La somministrazione del test in forma lineare scritta, di difficoltà analoga a quello presentato in forma orale, è stata ritenuta necessaria per verificare l'acquisizione o meno delle strategie in studenti che presentavano anche un deficit nella memoria di lavoro.

I dati dei test sono stati sottoposti ad una elaborazione di tipo statistico per una valutazione preliminare di significatività dell'effetto del trattamento. Pur considerando la ridotta numerosità del campione, derivante dalla complessa organizzazione del protocollo sperimentale, si è applicato un confronto parametrico nell'ipotesi di un forte effetto del trattamento.

Sono stati confrontati i risultati nel test BDE all'inizio ed al termine della sperimentazione tramite un'analisi di varianza per misure ripetute nella quale veniva considerato un fattore di variabilità tra soggetti, cioè la presenza di discalculia, e due fattori entro soggetti, cioè il tipo di operazione (risultato minore o maggiore di 10) e la fase della sperimentazione (inizio e fine).

Nella prima sperimentazione i risultati dei test riportati in Figura 6 non consentivano una valutazione diretta dell'effetto della sperimentazione in quanto eseguiti solo nella fase finale. Questi dati sono stati esaminati con analisi multivariata della varianza per misure ripetute per valutare se, in presenza di operazioni relativamente complesse, si riscontrassero differenze sia nei punteggi che nei tempi di esecuzione relativamente al fattore tra soggetti (presenza della discalculia) e ai due fattori entro soggetti, cioè tipo di operazione (addizione/sottrazione) e forma di presentazione (scritta/orale).

Nella seconda sperimentazione, invece, avendo proposto questo test anche in fase iniziale è stato possibile usarlo per effettuare una valutazione diretta dell'effetto del training.

Infine, tutti gli studenti sono stati sottoposti a due questionari, uno all'inizio e uno al termine della sperimentazione per acquisire, con il primo, informazioni sul loro rapporto con il calcolo, maturato nell'esperienza pregressa, e con il secondo informazioni sulla loro percezione dell'esperienza compiuta in questa sperimentazione.

La valutazione dei miglioramenti conseguiti dagli studenti attraverso l'applicazione del metodo didattico descritto in precedenza si basa su diversi elementi: l'analisi dei dati relativi ai test descritti, le rilevazioni effettuate dal tutor all'inizio e al termine di ogni sessione di lavoro con gli studenti, i dati forniti dai genitori, i dati raccolti con i due questionari.

8. I risultati delle sperimentazioni

8.1. Prima sperimentazione

I risultati della prima sperimentazione sono stati recentemente pubblicati (Chiappini et al., 2015b), pertanto in questo articolo non riportiamo i dati ma solo la sintesi dei risultati:

- il pretest BDE ha evidenziato che all'inizio della sperimentazione la maggioranza degli studenti non aveva ancora memorizzato fatti aritmetici elementari. Il confronto tra i risultati nel test BDE_1 prima e dopo la sperimentazione mette in evidenza un netto miglioramento nella memorizzazione di fatti aritmetici elementari da parte di un significativo numero di studenti con discalculia e con difficoltà di apprendimento.
- coloro che al termine della sperimentazione sono ancora sotto la soglia di normalità nel test BDE_1 e BDE_2 sono due studenti che hanno svolto la sperimentazione non aderendo completamente alle disposizioni del protocollo. Si tratta di due studenti che hanno partecipato agli incontri settimanali con i tutor ma che non hanno più svolto a casa i compiti assegnati, soprattutto nell'ultima fase della sperimentazione centrata sullo sviluppo delle strategie. Per questo motivo i risultati di questi due studenti sono stati successivamente esclusi dall'analisi dei dati relativi al test riportato in Figura 6.

L'analisi multivariata della varianza applicata ai test riportati nella Figura 6 mostra che la somministrazione del test in forma lineare scritta ha prodotto un significativo positivo miglioramento nella correttezza delle risposte e una diminuzione del tempo di esecuzione rispetto alla somministrazione solo orale. Questi due risultati erano abbastanza prevedibili. Meno prevedibile era il tipo di prestazione che gli studenti avrebbero prodotto in questi due test, che sono di difficoltà superiore a quella dei test BDE. Il computo delle risposte corrette nei due test e l'analisi degli errori compiuti dagli studenti mostra che:

- i due gruppi di studenti coinvolti nella sperimentazione hanno imparato a gestire strategie sequenziali e di decomposizione nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni anche se, in alcuni casi, permangono incertezze nell'esercitare un pieno controllo della strategia nei compiti che presentano maggiori difficoltà;
- non vi è differenza significativa nella prestazione dei due gruppi di studenti. Questo significa che anche gli studenti con diagnosi di discalculia hanno imparato a gestire strategie sequenziali e di decomposizione per effettuare il calcolo mentale di addizioni e sottrazioni. All'inizio della sperimentazione non era assolutamente scontato che avremmo potuto ottenere i risultati emersi in questi test, soprattutto da parte degli studenti con diagnosi di discalculia. Colpisce il fatto che l'apprendimento delle strategie di calcolo mentale sia avvenuto in un arco di tempo piuttosto breve e che riguardi tutti gli studenti che hanno seguito con impegno costante la sperimentazione attenendosi alle indicazioni del protocollo (Chiappini et al., 2015b).

Questi risultati sono stati una sorpresa. Ci saremmo aspettati miglioramenti molto più veloci, profondi e stabili negli studenti con difficoltà di apprendimento che negli studenti con discalculia. Questi risultati hanno fatto emergere importanti interrogativi riguardanti la diagnosi della discalculia.

Nella ricerca da noi effettuata, i ragazzi diagnosticati come discalculici hanno mostrato una evoluzione positiva al trattamento, in vari casi migliore di quella di studenti con difficoltà di apprendimento.

Per spiegare questo inatteso risultato, abbiamo elaborato due ipotesi: (hp1) gli studenti diagnosticati come discalculici in realtà non erano discalculici; (hp2) il metodo usato nel training funziona altrettanto bene con i due gruppi di studenti.

La prima ipotesi (hp1) tiene conto dei significativi miglioramenti conseguiti dagli studenti diagnosticati con discalculia al termine del trattamento (che erano confrontabili o

addirittura superiori a quelli con difficoltà di apprendimento) e del fatto che il trattamento era compatibile con le indicazioni fornite dalla Consensus Conference per la valutazione della resistenza al trattamento.

La seconda ipotesi (hp2) tiene conto del fatto che in questa sperimentazione non era stato individuato alcun caso di resistenza al trattamento, e non avendo gli elementi per poter attuare un confronto di comportamenti tra studente con difficoltà di apprendimento e studente discalculico all'interno del nostro metodo, non potevamo escludere l'ipotesi che il metodo potesse funzionare altrettanto bene con i due gruppi di studenti

Abbiamo così deciso di compiere una seconda sperimentazione con caratteristiche analoghe alla precedente per quanto riguarda il training. Le uniche differenze hanno consistito in un pre-test e post-test per le operazioni di Figura 6 (nella precedente sperimentazione era stato effettuato solo il post-test) e nella presenza di un solo tutor per tutti gli studenti.

8.2. Seconda sperimentazione

I risultati della seconda sperimentazione sono molto diversi da quelli della prima. La Figura 7 riporta la variazione della classificazione nei due test BDE in base alla regola delle due deviazioni standard. Osserviamo che la stabilità nel test-retest è stata verificata nella validazione del BDE. Questa stabilità indica l'attendibilità del risultato e implicitamente anche la sua ripetibilità (se ripetuto, nelle stesse condizioni, a distanza di tempo dovrebbe produrre circa lo stesso risultato). Riteniamo che la ripetibilità si possa estendere anche al test di Figura 6 su addizioni e sottrazioni da noi elaborato. Infatti, considerando la distanza di tempo e la quantità di operazioni aritmetiche effettuate dagli studenti durante il training, riteniamo che anche per questo test le variazioni di performance riflettano effettive variazioni nelle competenze aritmetiche.

Alunno	Discalculia	Classe	Addizione/Sottrazione < 10		Addizione/Sottrazione > 10	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
1	No	2 sec I grado	-1,297	0,249	-2,027	-1,629
2	No	4 primaria	-0,607	-1,616	-3,422	-2,237
3	No	4 primaria	-2,626	-2,121	-2,632	-2,632
4	No	4 primaria	-1,616	-0,607	-3,027	-3,027
5	Si	2 sec I grado	0,249	-1,297	-0,437	1,154
6	Si	3 primaria	-2,317	-2,911	-3,683	-2,995
7	Si	5 primaria	-1,650	-1,650	-3,679	-1,036

Figura 7. Variazione della classificazione nei due test BDE in base alla regola delle due deviazioni standard: le caselle evidenziate indicano una prestazione sotto-soglia.

In questa seconda sperimentazione, gli studenti che si collocano al di sotto di “-2ds” dalla media sia nel pre che nel post test BDE_1 sono due. Nel test BDE_2, invece, gli studenti che si collocano al di sotto di “-2ds” dalla media sono sei su sette nel pre-test e quattro su sette nel post test.

È importante notare che gli studenti che si collocano “-2ds” sotto la media in entrambi i test BDE sono due (uno studente con diagnosi di discalculia e uno studente con difficoltà di apprendimento, non sottoposto in precedenza a valutazione della resistenza al

trattamento). Inoltre, vi è solo uno studente che produce risultati nella media in entrambi i test BDE (sia pre che post test). Questo studente era stato diagnosticato in precedenza come discalculico.

Nella Figura 8 sono riportati i totali delle risposte corrette fornite dagli studenti nel risolvere i 20 compiti di addizione e sottrazione riportati in Figura 6.

I criteri che abbiamo assunto per stabilire un miglioramento in grado di escludere una resistenza al trattamento da parte dello studente consiste in una prestazione di almeno 14 operazioni corrette nel post test di cui almeno 6 presentate in modo orale.

Alunno	Diagnosi discalculia	Classe	Pre-test	Post-test
1	No	2 sec I grado	16	16
2	No	4 primaria	3	4
3	No	4 primaria	0	2
4	No	4 primaria	5	16
5	Si	2 sec I grado	11	20
6	Si	3 primaria	0	6
7	Si	5 primaria	13	15

Figura 8. Totale di risposte corrette nel pre-test e post-test in 20 compiti di addizioni e sottrazioni.

Al termine del training si registra una prestazione adeguata da parte di quattro studenti nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a due cifre mentre tre studenti evidenziano gravi difficoltà in questi calcoli, nonostante il training effettuato. Il confronto tra i risultati della Figura 7 e della Figura 8 mostra una sola discrepanza che riguarda lo studente n. 4, che registra una prestazione nettamente migliore nel test di Figura 6 che nei test BDE. Per evidenziare la prestazione degli studenti nella soluzione rispettivamente delle addizioni e delle sottrazioni e distinguerla anche in base alla tipologia di somministrazione dei compiti (forma solo orale vs. lineare scritta) abbiamo disaggregato i dati della tabella precedente rispettivamente nella Figura 9, che riporta i risultati nei compiti presentati solo oralmente, e nella Figura 10, che riporta i risultati nei compiti presentati in forma scritta lineare.

Alunno	Diagnosi discalculia	Classe	Addizione		Sottrazione	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
1	No	2 sec I grado	5	4	3	2
2	No	4 primaria	0	1	0	1
3	No	4 primaria	0	0	0	0
4	No	4 primaria	0	2	1	5
5	Si	2 sec I grado	3	5	2	5
6	Si	3 primaria	0	1	0	0
7	Si	5 primaria	3	3	3	5

Figura 9. Numero di addizioni e sottrazioni corrette nel test presentato in modo orale.

Si può notare che i tre studenti (n. 2, 3, 6), che nella Figura 8 hanno evidenziato una prestazione molto bassa, hanno mostrato particolari difficoltà nei compiti presentati solo oralmente (vedi Figura 9), mentre hanno evidenziato qualche progresso rispetto al pre-test

nella soluzione di addizioni se presentate in forma lineare scritta (vedi Figura 10). Le tabelle evidenziano, alla fine del training, una prestazione molto buona da parte di tre studenti (n. 4, 5, 7) nel calcolo mentale di sottrazioni sia se somministrate in modo solo orale che in forma lineare scritta. Si tratta di un'ottima prestazione, difficilmente riscontrabile in studenti con discalculia e anche in quelli con difficoltà di apprendimento. Notiamo che per uno di questi studenti (n. 4), questo risultato contrasta fortemente con quello da lui prodotto nel test BDE_2, che invece è più di due deviazioni standard sotto la media.

Alunno	Diagnosi discalculia	Classe	Addizione		Sottrazione	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
1	No	2 sec I grado	4	5	4	5
2	No	4 primaria	2	2	1	0
3	No	4 primaria	0	2	0	0
4	No	4 primaria	1	4	3	5
5	Si	2 sec I grado	4	5	2	5
6	Si	3 primaria	0	3	0	2
7	Si	5 primaria	4	4	3	3

Figura 10. Numero di addizioni e sottrazioni corrette nel test presentato in forma scritta lineare.

Le tabelle indicano risultati diversi da quelli della prima sperimentazione. Nella prima sperimentazione tutti gli studenti di entrambi i gruppi avevano mostrato miglioramenti significativi alla fine del training. In questa sperimentazione, invece, tre studenti hanno evidenziato una forte resistenza al trattamento. Si tratta di uno studente con diagnosi di discalculia (studente n. 6 nella Figura 9 e 10) e di due studenti classificati con difficoltà di apprendimento (studenti n. 2 e 3) che in precedenza però non erano stati sottoposti ad un trattamento per valutarne la resistenza. Oltre che dai risultati del test, la loro resistenza emerge anche dalle osservazioni che il tutor ha raccolto durante lo sviluppo del training. Il tutor annota che con questi tre studenti i progressi erano instabili e lenti, al punto da determinare l'impossibilità di portare a termine il programma svolto dagli altri studenti. Il tutor evidenzia inoltre la necessità di rinforzare con costanza le abilità apprese, pena il decadimento e la perdita delle competenze apprese. Il tutor, inoltre, annota tipologie di errori comuni in questi tre studenti, mai commessi dagli altri studenti di questa sperimentazione e anche di quella precedente (per esempio, $50 + 30 = 53$).

L'analisi statistica effettuata tramite analisi di varianza per misure ripetute indica un aumento del punteggio medio al test BDE al termine del training rispetto alla condizione di partenza ($F_{1,5} = 19,29$; $p < 0,01$). Non si riscontravano invece differenze significative tra gli studenti con difficoltà di apprendimento e quelli diagnosticati come discalcolici e anche l'effetto del tipo di operazione (numeri maggiori o minori di 10) non risultava significativo.

Anche per quanto riguarda il test su addizioni e sottrazioni a due cifre, si riscontrava un aumento del numero medio di risposte corrette al termine del training, debolmente significativo ($F_{1,5} = 7,08$; $p < 0,05$) assieme ad un effetto della modalità di somministrazione del test (il numero medio di risposte corrette era più alto nel caso di presentazione lineare scritta rispetto al caso di presentazione orale, $F_{1,5} = 16,74$; $p < 0,01$). La pregressa diagnosi di discalculia non mostrava effetto significativo sul risultato del test.

9. Discussione dei risultati in merito all'obiettivo della ricerca

La seconda sperimentazione ha permesso di sciogliere i dubbi che erano emersi nella prima sperimentazione sull'efficacia del metodo nello sviluppo di competenze nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni. Se da un lato l'analisi statistica conferma l'effetto del training, che comporta un miglioramento nelle prestazioni medie degli studenti nei test di calcolo, dall'altra si evidenzia un'elevata variabilità e l'incremento di prestazioni non si verifica omogeneamente nell'intero campione.

La principale limitazione dello studio deriva dalla ridotta dimensione del campione che limita la potenza dell'analisi statistica. L'effetto del trattamento è tale da produrre un aumento significativo nella prestazione media ma, soprattutto nella seconda sperimentazione, emerge una eterogeneità degli effetti che non è adeguatamente rappresentato nell'analisi delle componenti della varianza e richiede un'articolata discussione dei casi. Le tipologie di reazione al trattamento individuate in questo campione forniscono indicazioni per la pianificazione di un'analisi statistica su un campione più ampio di soggetti.

In questa sperimentazione tre studenti hanno evidenziato una resistenza al metodo di trattamento usato, mentre gli altri quattro studenti hanno mostrato un significativo miglioramento a seguito del trattamento. Nella precedente sperimentazione tutti gli studenti avevano mostrato significativi miglioramenti.

Questo significa che il metodo non funziona con tutti gli studenti altrettanto bene e nella stessa misura. Questo contrasta con una delle ipotesi che avevamo formulato al termine della prima sperimentazione (hp2). I tre studenti che hanno mostrato resistenza al metodo di trattamento usato nella sperimentazione sono a nostro avviso dei seri candidati per la diagnosi di discalculia.

Uno di questi studenti era già stato diagnostico come discalculico, gli altri due erano stati classificati con difficoltà di apprendimento, in quanto positivi al test standardizzato, ma all'inizio della sperimentazione erano sprovvisti della valutazione della resistenza al trattamento.

Due studenti diagnosticati come discalculici hanno invece evidenziato significativi miglioramenti al termine del training che mettono in forte discussione la diagnosi realizzata in precedenza.

Nella prima sperimentazione, quattro studenti in precedenza diagnosticati come discalculici, avevano evidenziato un significativo miglioramento a seguito del trattamento.

Le due sperimentazioni con il metodo centrato sull'uso di GimmeFive hanno messo in discussione sei diagnosi di discalculia su sette effettuate in precedenza e hanno permesso di individuare una forte resistenza al trattamento in due studenti che erano risultati positivi al test standardizzato.

Il metodo usato in queste sperimentazioni ha offerto agli operatori del centro coinvolto nelle sperimentazioni elementi efficaci e oggettivi per valutare la resistenza al trattamento degli studenti positivi ai test standardizzati.

Quali sono le caratteristiche del metodo di intervento che lo rendono efficace nella valutazione della resistenza al trattamento nella diagnosi della discalculia?

La sperimentazione ha permesso di mettere in evidenza alcune caratteristiche che possono costituire un riferimento per identificare cosa si debba intendere per "adeguato metodo di intervento". Un adeguato metodo di intervento:

- è innanzitutto un metodo che sfrutta differenti canali percettivi e modalità di azione per far emergere tutte le potenzialità dello studente nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni. Per esempio, il metodo che abbiamo sperimentato offre supporti di tipo visuale che hanno permesso a tutti gli studenti della prima sperimentazione e a quattro studenti su sette della seconda sperimentazione di potenziare in breve tempo le competenze di aritmetica mentale che costituiscono un prerequisito per lo sviluppo del calcolo mentale. Nei tre studenti che hanno mostrato una resistenza al trattamento, lo sviluppo di queste competenze è stato, invece, parziale. Inoltre, le particolari caratteristiche di visualizzazione e di interazione disponibili con il sesto e settimo ambiente di GimmeFive hanno consentito alla maggioranza degli studenti di fare una concreta esperienza immersiva delle strategie di calcolo mentale che le persone esperte usano nella soluzione di addizioni e sottrazioni a più cifre e di appropriarsi di tali strategie. Mediante gesti quali il tap, il drag e lo swipe questi studenti hanno potuto entrare in contatto con le strategie del calcolo mentale e hanno potuto fare esperienza di esse mobilitando le proprie capacità di tipo visuale, spaziale e motorio, nonché le competenze apprese nella fase di costruzione dei prerequisiti. Nei tre studenti che hanno evidenziato una resistenza al trattamento, l'apprendimento delle strategie è stato, invece, più lento e instabile ed è stato limitato solo all'addizione. Questi studenti al termine del training hanno dimostrato di riuscire a svolgere alcune delle più semplici addizioni di Figura 5 solo se presentate in forma lineare scritta;
- è un metodo molto strutturato che può essere facilmente impiegato dai diversi operatori che eseguono la diagnosi di discalculia in contesti diversi (scuola, ambulatorio, casa). Infatti, il metodo che abbiamo sperimentato si basa su un protocollo di attività che sono mediate dagli otto ambienti di cui si compone l'applicazione GimmeFive per somministrare compiti di difficoltà crescente agli studenti, fornire loro supporto durante la soluzione, monitorare costantemente le prestazioni degli studenti e misurare i loro progressi. Il metodo è volto alla costruzione di abilità di aritmetica mentale e alla costruzione di strategie di calcolo mentale, che sono di grande importanza per lo sviluppo dell'intelligenza numerica dello studente, e che quindi costituiscono un riferimento qualificato per valutare la resistenza dello studente al trattamento;
- è un metodo che consente di attuare un protocollo di intervento intensivo in grado di dare una continuità giornaliera al training, coinvolgendo i genitori. Grazie alle caratteristiche dell'applicazione GimmeFive è stato possibile far attuare agli studenti un programma giornaliero di potenziamento delle abilità di aritmetica mentale e di calcolo mentale. Senza GimmeFive, non sarebbe stato possibile realizzare un tale programma intensivo operando solo all'interno di un centro di formazione;
- è un metodo che consente all'operatore di raccogliere dati oggettivi significativi per valutare la resistenza al trattamento dello studente, per eseguire confronti tra prestazioni di studenti differenti e per effettuare comparazioni con i dati oggettivi raccolti da altri operatori che hanno usato lo stesso metodo. Il metodo usato nelle sperimentazioni ha rivelato la sua utilità nella valutazione della resistenza al trattamento degli studenti nel momento in cui i dati oggettivi raccolti per valutare l'efficacia del metodo nello sviluppo di competenze nel calcolo mentale hanno messo in discussione le diagnosi di discalculia realizzate in precedenza su quegli studenti. I dati oggettivi che il metodo consente di raccogliere sono diversi: correttezza nell'esecuzione di diversi tipi di compito, tempo impiegato per eseguire dieci compiti di una stessa tipologia, numero di errori commessi, numero di esercizi

svolti a casa. Oltre a questi dati inerenti l'attività mediata dall'uso di GimmeFive, il metodo si basa anche sui dati raccolti nei diversi test utilizzati per valutare i progressi degli studenti e sulle osservazioni compiute dal tutor durante il training. Tutti questi dati oggettivi concorrono alla valutazione della resistenza al trattamento.

10. Conclusioni

Le sperimentazioni condotte in questa ricerca hanno mostrato l'efficacia del metodo didattico centrato sull'uso dell'applicazione GimmeFive nella valutazione della resistenza al trattamento degli studenti risultati positivi nei test standardizzati per la diagnosi della discalculia e hanno consentito di discutere le caratteristiche che lo rendono "adeguato" per questo scopo.

Inoltre, le sperimentazioni hanno evidenziato l'efficacia del metodo nello sviluppo di competenze di calcolo mentale di addizioni e sottrazioni in studenti con difficoltà di apprendimento in aritmetica. Ulteriori studi sono necessari per valutare se il metodo può determinare miglioramenti significativi sul medio periodo negli studenti con discalculia nello sviluppo di queste competenze.

Bibliografia

- AID-AIRIPA. (2012). *La diagnosi della Discalculia*. <http://www.airipa.it/materiali/materiali-utili/altri-materiali-suggeriti/> (ver. 15.04.2016).
- Blöte, A.W., Klein, A.S., & Beishuizen, M. (2000). Mental computation and conceptual understanding. *Learning and Instruction*, 10, 221–247.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 3–18.
- Chiappini, G., Cozzani, G., & Bernava, L. (2015a). GimmeFive. *TD-Tecnologie Didattiche*, 23(1), 125–128.
- Chiappini, G., Cozzani, G., Bernava, L., Potente, C., Verna, S., & De Carli, F. (2015b). Un metodo didattico per sviluppare competenze nel calcolo mentale di addizioni e sottrazioni a più cifre in studenti con difficoltà o con disturbo di apprendimento. *Italian Journal of Special Education for Inclusion*, 3(1), 85–102.
- Didattica Digitale della Matematica. GimmeFive. <http://www.alnuset.com/it/gimmefive> (ver. 15.04.2016).
- Fuchs, L.S., Fuchs, D., & Prentice, K. (2004). Responsiveness to mathematical problem-solving instruction: comparing students at risk of mathematics disability with and without risk of reading disability. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 293–306.
- Hanich, L.B., Jordan, N.C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93, 615–626.

- ISS. Istituto Superiore Sanità. (2011). Disturbi specifici dell'apprendimento, *Consensus Conference*. http://www.snlg-iss.it/cms/files/Cc_Disturbi_Apprendimento_sito.pdf (ver. 15.04.2016).
- Legge 8 ottobre 2010, n. 170. *Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico*.
- Lucangeli, D., Dupuis, M., Genovese, E., & Rulli, G. (eds.). (2006). L'apprendimento difficile. *Quaderni del centro nazionale di documentazione e analisi per l'infanzia e l'adolescenza*, 37. http://www.minori.it/sites/default/files/Quaderni_Centro_Nazionale_37.pdf (ver. 15.04.2016).
- Lucangeli, D., Iannitti, A., & Vettore, M. (2007). *Lo sviluppo dell'intelligenza numerica*. Roma: Carocci.
- Lucangeli, D., Tressoldi, P.E., Bendotti, M., Bonanomi, M., & Siegel, L.S. (2003). Effective strategies for mental and written arithmetic calculation from the third to the fifth grade. *Educational Psychology*, 23(5), 507–520.
- Temple, C.M. (1991). Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8, 155–176.
- Varol, F., & Farran, D.C. (2007). Elementary school students' mental computation strategies. *Early Childhood Education Journal*, 35(1), 89–94.