

Discalculia nei giovani adulti

PROGETTAZIONE
GIUSEPPE DEGARA

IMPAGINAZIONE
LORETTA OBEROSLER

IMMAGINE DI COPERTINA
© ICPONLINE.IT

COPERTINA
GIORDANO PACENZA

© 2013 Edizioni Erickson
Via del Pioppeto 24
38121 TRENTO
Tel. 0461 950690
Fax 0461 950698
www.erickson.it
info@erickson.it

ISBN: 978-88-590-0345-8

*Tutti i diritti riservati. Vietata
la riproduzione con qualsiasi mezzo effettuata,
se non previa autorizzazione dell'Editore.
È consentita la fotocopiatura delle schede operative
contrassegnate dal simbolo del © copyright,
a esclusivo uso didattico interno.*

leGUIDE Metodologie e percorsi per la didattica, l'educazione,
Erickson la riabilitazione, il recupero e il sostegno
Collana diretta da Dario Ianes

Elisabetta Genovese, Enrico Ghidoni
e Giacomo Guaraldi (a cura di)

Discalculia nei giovani adulti

Indicazioni e strumenti per uno studio efficace

Erickson

I CURATORI

Elisabetta Genovese, laureata in Medicina e specializzata in Foniatria e Otorinolaringoiatria, è professore associato di Audiologia e Foniatria presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. Docente di Audiologia presso il corso di laurea in Logopedia, fa parte del consiglio direttivo della Società Italiana Medici Audiologi e Foniatri ed è Delegata per la disabilità presso il Dipartimento ad attività integrata di Chirurgie specialistiche testa e collo dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Enrico Ghidoni, neurologo presso l'Unità Operativa Complessa (UOC) di Neurologia dell'Arcispedale Santa Maria Nuova di Reggio Emilia, dove è anche responsabile del Laboratorio di Neuropsicologia. Docente di Neurologia presso il corso di Laurea in Fisioterapia dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, è socio della sezione di Neuropsicologia della Società Italiana di Neurologia dal 1985 e quindi della Società Italiana di Neuropsicologia. Responsabile clinico del Centro Esperto Interaziendale Disturbi Cognitivi di Reggio Emilia dal 2000, svolge attività di consulenza neuropsicologica per il reparto di Neuroriabilitazione dell'Azienda USL di Reggio Emilia dal 1996. È stato presidente nazionale dell'Associazione Italiana Dislessia (AID) dal 2001 al 2005 e vicepresidente dal 2007 al 2009.

Giacomo Guaraldi, laureato in materie letterarie e docente specializzato per le attività di sostegno, è responsabile del Servizio accoglienza studenti disabili e dislessici dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia ed è coinvolto in progetti di formazione a favore di studenti con DSA. Ha partecipato in qualità di relatore a diversi seminari su tale problematica. Per le Edizioni Erickson ha curato, insieme a Elisabetta Genovese, Enrico Ghidoni e Giacomo Stella, i volumi *Dislessia e Università: Esperienze e interventi di supporto* (2010); *Dislessia nei giovani adulti: Strumenti compensativi e strategie per il successo* (2011); *Dislessia in età adulta: Percorsi ed esperienze tra università e mondo del lavoro* (2012). È inoltre, autore, insieme a Paola Pedroni e Margherita Moretti Fantera, di *Al diploma e alla laurea con la dislessia: Storie di vita e metodologie per la scuola secondaria di secondo grado* (2010).

ALTRI AUTORI

Alice Ara, Università degli Studi di Bologna.

Anna Baccaglini-Frank, assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Educazione e Scienze umane dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (anna.baccaglini@unimore.it).

Andrea Biancardi, psicologo del Centro regionale per le disabilità linguistiche e cognitive in età evolutiva, ASL Bologna, Università degli Studi di Bologna (andrea.biancardi@unibo.it).

Sara Bocchicchio, titolare di borsa di studio per il Progetto Diagnosi di Associazione Italiana Dislessia e Fondazione Telecom Italia, presso il Laboratorio di Neuropsicologia, Arcispedale S. Maria Nuova di Reggio Emilia.

Anna Cardinaletti, professore ordinario presso il Dipartimento di Studi linguistici e culturali comparati e Direttrice del Dipartimento di Studi linguistici e culturali comparati dell'Università Ca' Foscari di Venezia. Delegata del Rettore per le Iniziative a supporto dell'assistenza, integrazione e benessere delle persone con disabilità.

Raffaele Ciambrone, dirigente della Direzione generale per lo studente, l'integrazione, la partecipazione e la comunicazione del MIUR e fautore della legge 170/2010 (raffaele.ciambrone@istruzione.it).

Elena Del Rio, titolare di borsa di studio per il Progetto Diagnosi di Associazione Italiana Dislessia e Fondazione Telecom Italia, presso il Laboratorio di Neuropsicologia, Arcispedale S. Maria Nuova di Reggio Emilia.

Walter Fornasa, professore ordinario di Psicologia dello sviluppo e dell'educazione, Università degli Studi di Bergamo, segretario della Conferenza Nazionale Delegati Disabilità degli Atenei Italiani della CRUI e coordinatore del Coordinamento Atenei Lombardi Disabilità (walter.fornasa@unibg.it).

Gian Marco Fulgeri, gestisce l'Help Line dell'Associazione Italiana Dislessia e collabora con il Laboratorio di neuropsicologia dell'Arcispedale Santa Maria Nuova di Reggio Emilia (gfulgeri@yahoo.it).

Marisa Giorgetti, Università Cattolica di Milano.

Francesca Guzzo, laureata in Psicologia clinica, referente dello Sportello informativo per studenti con DSA dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (francesca.guzzo@unimore.it).

Karin Kucian, neurobiologa, docente presso l'Università di Zurigo (karin.kucian@kispi.uzh.ch).

Daniela Lucangeli, professore ordinario di Psicologia dello sviluppo presso la Facoltà di Scienze della formazione dell'Università di Padova. È membro di associazioni scientifiche nazionali e internazionali nell'ambito

della psicologia dello sviluppo e dell'apprendimento e presidente nazionale CNIS (Coordinamento Nazionale Insegnanti Specializzati) (daniela.lucangeli@unipd.it).

Marisa Pavone, docente di Pedagogia e Didattica speciale presso l'Università degli studi di Torino e Delegato del Rettore alla Disabilità del medesimo ateneo (marisa.pavone@unito.it).

Eugenia Pellizzari, Dipartimento di Psicologia dello sviluppo e dei processi di socializzazione, Università degli Studi di Padova.

Francesca Santulli, professore associato presso la Facoltà di Comunicazione, relazioni pubbliche e pubblicità della Libera Università di Lingue e Comunicazione IULM di Milano. È Delegato del Rettore alla Disabilità e membro del collegio docenti dei corsi per il conseguimento del Dottorato di ricerca «Le letterature, le culture e l'Europa. Storia, scrittura e traduzioni».

Francesca Scortichini, psicologa e psicoterapeuta a indirizzo cognitivo-comportamentale, è perfezionata in Psicopatologia dell'apprendimento. Svolge attività di ricerca sui Disturbi Specifici di Apprendimento presso il Dipartimento di Educazione e Scienze Umane dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e presso l'Istituto di Ricerca sulla Dislessia Evolutiva I.R.I.DE. (frascort@libero.it).

Maristella Scorza, referente del master in Didattica e psicopedagogia per i Disturbi Specifici di Apprendimento (maristella.scorza@gmail.com).

Giuliano Serena, docente di scuola secondaria e fondatore del software leggixme (giuliano.serena@libero.it).

Giacomo Stella, professore straordinario di Psicologia clinica presso la facoltà di Scienze della formazione dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Direttore scientifico dell'Istituto di Ricerca Dislessia Evolutiva (I.R.I.D.E.) dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dell'Università di Urbino e dell'ASL di Pesaro, è direttore dei corsi di perfezionamento in Psicopatologia dell'apprendimento (presso l'Università di Urbino) e in Psicopatologia dello sviluppo (presso l'Università della Repubblica di San Marino). È direttore del centro di Neuropsicologia clinica dell'età evolutiva dell'Università di Urbino e condirettore della rivista «Dislessia. Giornale italiano di ricerca clinica e applicativa», edito da Erickson. Tra le sue pubblicazioni più recenti: *La dislessia. Aspetti clinici e rieducativi* (FrancoAngeli, 1996); *Sviluppo cognitivo* (Mondadori, 2000); *Storie di dislessia* (Libri Liberi, 2002).

Giuseppe Giorgio Francesco Zanzurino, psicologo PhD, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Marco Zorzi, professore ordinario di Psicologia generale presso l'Università degli Studi di Padova, dove dirige il Laboratorio di Neuroscienze Cognitive e Computazionali. Le sue ricerche sulle basi cognitive e neurali della cognizione numerica sono state pubblicate sulle principali riviste scientifiche internazionali (marco.zorzi@unipd.it).

Indice

- 9 Introduzione (*E. Genovese*)
- 13 CAP.1 Università e DSA: un'inclusione reciproca
(*W. Fornasa*)
- 23 CAP.2 Dalle norme alle prassi didattiche: il punto di vista
del MIUR (*R. Ciambrone*)
- 29 CAP.3 Il cervello discalculico (*K. Kucian*)
- 39 CAP.4 Senso dei numeri e discalculia (*M. Zorzi*)
- 47 CAP.5 Impotenza appresa e difficoltà di calcolo
(*D. Lucangeli e E. Pellizzari*)
- 55 CAP.6 Oltre le procedure di calcolo: la cognizione numerica
nei compiti di stima cognitiva (*A. Biancardi, A. Ara
e M. Giorgetti*)
- 71 CAP.7 La diagnosi di discalculia nel giovane adulto: problemi
ed esperienze (*E. Ghidoni, D. Angelini, S. Bocchicchio
e E. Del Rio*)
- 83 CAP.8 La percezione della discalculia (*G.M. Fulgeri*)
- 97 CAP.9 Università e studenti con DSA
- L'esperienza dell'Università Ca' Foscari di Venezia
(*A. Cardinaletti*)
 - L'Università degli Studi di Torino per gli studenti con
DSA. Dall'erogazione di servizi al sostegno al progetto
accademico (*M. Pavone*)
 - DiversaMente: lo sguardo della Libera Università IULM
sui DSA (*F. Santulli*)
 - Matematica(mente) possibile. I servizi erogati
agli studenti con DSA presso l'Università degli Studi
di Modena e Reggio Emilia (*F. Guzzo, G. Guaraldi
e E. Genovese*)

- 121** CAP.10 DSA: strumenti compensativi e misure dispensative
(*G. Guaraldi, F. Guzzo e E. Genovese*)
- 135** CAP.11 Compensare la discalculia (*G. Serena*)
- 139** CAP.12 La conoscenza delle tabelline (*M. Scorza, G.G.F. Zanzurino, F. Scortichini e G. Stella*)
- 153** CAP.13 L'uso di ambienti digitali per l'apprendimento
(*A. Baccaglino-Frank*)
- 159** CAP.14 Agevolare la costruzione di significati matematici con l'uso di software
- Didattica della matematica e software per i DSA
(*A. Baccaglino-Frank*)
 - «Sentire» e «manipolare» le variabili algebriche con diversi software (*A. Baccaglino-Frank*)
 - Percepire la condizionalità con un software di geometria dinamica (*A. Baccaglino-Frank*)
- 191** APPENDICE Modello di certificazione diagnostica per Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA)

Introduzione

Elisabetta Genovese

Secondo alcuni dati, si calcola che oggi in Italia circa il 20% degli studenti di ogni ordine e grado scolastico incontri difficoltà, spesso anche significative, nell'apprendimento del sistema dei numeri. Tuttavia, secondo le stime dell'International Academy for Research in Learning Disabilities, nel 2005 solo il 2,5% della popolazione scolastica avrebbe presentato difficoltà nella comprensione della matematica e solo lo 0,5-1% avrebbe potuto essere diagnosticato come discalculico. In sintesi, la popolazione discalculica è molto esigua rispetto a coloro che presentano difficoltà in matematica e ancor più ridotta rispetto ai dislessici in generale, poiché solo due bambini su mille sono discalculici; al contrario, il 19,9% della popolazione scolastica, che presenta difficoltà in matematica, costituisce i cosiddetti «falsi positivi». Brian Butterworth, il neuropsicologo famoso in tutto il mondo per le sue ricerche sulla discalculia, ha infatti ipotizzato l'esistenza di un «cervello matematico», che è una struttura innata specializzata nel categorizzare il mondo in termini di numerosità. Secondo Butterworth, questa struttura si attiva automaticamente alla nascita: non possiamo, infatti, guardare il mondo senza ricavare la numerosità di ciò che vediamo. Questo determina, di conseguenza, la presenza di persone che possono nascere sprovviste di tale intelligenza numerica. Vi sono, pertanto, soggetti particolarmente abili con i numeri e altri che, al contrario, incontrano grosse difficoltà nell'esecuzione di compiti molto semplici (*counting*, *subitizing*, confronto di quantità, ecc.) e che, tuttavia, rappresentano lo 0,5% della popolazione.

Spesso la discalculia si trova in comorbilità con la dislessia e anch'essa, come tutti i disturbi specifici dell'apprendimento, ha un'origine neurobiologica e l'intervento riabilitativo, pur non eliminando il disturbo, può portare a buoni risultati, grazie anche all'utilizzo degli strumenti dispensativi (calcolatrice, computer, ecc.) e alle misure compensative suggerite dalla recente legge 170/2010 e dalle Linee guida ad essa allegate.

Risulta, quindi, necessario distinguere la discalculia dalle altre difficoltà di apprendimento, partendo, innanzitutto, dalla definizione secondo la quale la discalculia è una difficoltà specifica nell'apprendimento del calcolo che si manifesta nel riconoscimento e nella denominazione dei simboli numerici, nella scrittura dei numeri, nell'associazione del simbolo numerico alla quantità corrispondente, nella numerazione in ordine crescente e decrescente, nella risoluzione di situazioni problematiche.

La Consensus Conference, che si è svolta nel 2007, basandosi sui risultati della recente ricerca scientifica, ha individuato due profili distinti di disturbo specifico del calcolo:

- un primo profilo si inquadra in una sorta di «cecità dei numeri», ossia l'incapacità del soggetto di comprendere e manipolare le numerosità;
- il secondo profilo di discalculia si riferisce, invece, in modo specifico alle difficoltà nell'acquisizione delle procedure e degli algoritmi del calcolo (lettura, scrittura e messa in colonna dei numeri, recupero dei fatti numerici e degli algoritmi del calcolo scritto).

Per contribuire alla ricerca e alla divulgazione delle conoscenze maturate negli ultimi anni sulla discalculia, il gruppo di autori che, in precedenza, ha curato altre pubblicazioni sulla dislessia (*Dislessia e università*, Erickson, 2010; *Dislessia nei giovani adulti*, Erickson, 2011; *Dislessia in età adulta*, Erickson, 2012), consapevole dell'attualità della tematica, ha raccolto in questo volume i contributi dei maggiori esperti in tale ambito, soffermandosi in particolare sulla ricaduta del disturbo negli adulti.

Lo scopo della presente pubblicazione è, pertanto, quello di aiutare gli insegnanti, gli educatori, i professionisti e i familiari ad acquisire una migliore conoscenza della discalculia, offrendo una serie di suggerimenti che, se applicati, consentiranno ai discalculici di migliorare la loro performance. Attraverso una didattica attenta ai bisogni educativi degli alunni discalculici è, infatti, possibile compiere progressi e raggiungere livelli soddisfacenti di competenza numerica e di calcolo sino ai più elevati gradi di istruzione, ivi compreso il titolo di laurea universitaria. Il testo tratta, pertanto, il tema della discalculia in età adulta, anche con contributi di esperti e docenti che hanno studiato tale disturbo negli alunni di scuola primaria e secondaria di primo e secondo grado.

Ad apertura del volume il rappresentante della Conferenza Nazionale Universitaria dei Delegati per la Disabilità (CNUDD), Walter Fornasa, insieme al promotore della recente normativa sui DSA, Raffaele Ciambrone, tratta il tema della normativa in ambito scolastico e della sua applicazione, facendo particolare riferimento all'ambito accademico, dove il numero degli studenti con DSA è in crescita esponenziale e dove, dal 2011, i Delegati dei Rettori alla disabilità si sono presi l'onere di rispondere positivamente ai bisogni educativi anche di tali studenti.

Segue l'intervento, di respiro internazionale, proposto da Karin Kucian, dell'Università di Zurigo, che tratta il tema del *cervello discalculico* approfondendo gli aspetti di ricerca scientifica legati ai correlati neuropsicologici. Vengono poi proposti gli interventi di taglio tecnico-scientifico sulla *discalculia e il senso dei numeri*, esponendo il tema dell'impotenza appresa come ostacolo all'apprendimento della matematica a opera, rispettivamente, di Marco Zorzi e di Daniela Lucangeli ed Eugenia Pellizzari, dell'ateneo di Padova.

La percezione della discalculia, la cognizione numerica, le modalità di apprendimento di studenti discalculici sono, al contrario, affrontati da Gian Marco Fulgeri, Andrea Biancardi, Alice Ara e Marisa Giorgetti. Gli interventi di Maristella Scorza, Giuseppe Giorgio Francesco Zanzurino, Francesca Scorticchini e Giacomo Stella indagano il tema della conoscenza delle tabelline.

Il contributo di Enrico Ghidoni, Damiano Angelini, Sara Bocchicchio e Elena Del Rio, invece, è relativo al delicato tema della diagnosi di discalculia in età adulta, una diagnosi non facilmente identificabile vista la comorbilità che spesso unisce la discalculia ad altri disturbi specifici dell'apprendimento.

Giuliano Serena, Elisabetta Genovese, Giacomo Guaraldi e Francesca Guzzo affrontano il tema delle nuove tecnologie e degli strumenti informatici come «facilitatori» per gli studenti con discalculia al fine di raggiungere una maggiore autonomia e indipendenza, nonché, conseguenza non meno importante, al fine di accrescere la propria autostima attraverso l'acquisizione di un metodo individualizzato di apprendimento. Guzzo, Guaraldi e Genovese pongono, poi, l'attenzione sui servizi erogati nell'ateneo di Modena e Reggio Emilia agli studenti con DSA approfondendo gli aspetti legati ai vissuti psicologici riferiti alle difficoltà e ai percorsi di studi intrapresi da studenti discalculici.

I contributi di Anna Cardinaletti, Marisa Pavone e Francesca Santulli, in modo analogo, illustrano come all'interno dei diversi atenei di Torino, Milano IULM e Venezia, si cerchi di accogliere favorevolmente gli studenti con DSA (ivi compresi i discalculici) rispondendo alle loro esigenze e sensibilizzando il personale universitario.

Infine, i contributi di Anna Baccaglioni-Frank sull'uso di ambienti digitali per l'apprendimento e sui software e le applicazioni attualmente in uso per la didattica della matematica e della geometria.

Concludo questa introduzione suggerendo agli interessati la lettura di alcune circolari ministeriali e documenti istituzionali relativi alla discalculia e alla valutazione del soggetto discalculico.

1. Documento di accordo sulla diagnosi di discalculia: http://www.airipa.it/servizi_airipa/materiali_airipa.php#altri_mat
2. Indicazioni sugli strumenti di intervento per alunni con Bisogni Educativi Speciali e organizzazione territoriale per l'inclusione scolastica: <http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/web/istruzione/dsa>
3. Linee guida per la predisposizione di protocolli regionali per l'individuazione precoce dei casi sospetti di DSA: http://www.itgdevilla.it/Dipartimenti/Costruzioni/prof_Canu/2013_04_19_schema_DI_linee_guida_DSA.pdf
4. Accordo tra Governo, Regioni e Province autonome di Trento e Bolzano su «Indicazioni per la diagnosi e la certificazione dei Disturbi specifici di apprendimento (DSA)»: <http://www.statoregioni.it/DettaglioDoc.asp?IDDoc=37451&IdProv=11032&tipodoc=2&CONF>

Inoltre, in Appendice al volume, viene presentato il Modello di certificazione diagnostica per Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA).

La conoscenza delle tabelline

*Maristella Scorza, Giuseppe Giorgio Francesco Zanzurino,
Francesca Scortichini e Giacomo Stella*

Introduzione

Nel novero dei Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) la discalculia rappresenta senza dubbio l'entità nosografica maggiormente controversa e dai contorni eziologici meno definiti (Consensus Conference, 2007; 2011). Anche riguardo alla diagnosi si rilevano molteplici difficoltà legate alla scarsa condivisione da parte della comunità scientifica di parametri e strumenti certi per questo specifico disturbo dell'apprendimento (Documento di Accordo AIRIPA-AID, 2012).

Sia nel documento della Consensus Conference (2007; 2011) sia nel documento di accordo AIRIPA-AID (2012) emergono due differenti profili di discalculia: uno connotato da debolezza nella strutturazione cognitiva delle componenti di cognizione numerica, e l'altro inerente le procedure esecutive e il calcolo. All'interno di questa distinzione sembrano frequenti queste tipologie:

1. sottotipo deficit a carico del senso del numero o della rappresentazione di quantità (Wilson e Dehaene, 2007; Butterworth, Varm e Laurillard, 2011);
2. sottotipo deficit a carico della formazione e del recupero dei fatti aritmetici (Fuchs et al., 2010);
3. sottotipo deficit a carico delle procedure di calcolo (Raghubar et al., 2009; Mammarella, Lucangeli e Cornoldi, 2010);
4. disturbo misto.

C'è accordo sul fatto che la diagnosi di discalculia evolutiva (DE) può essere effettuata a partire dalla fine della classe terza della scuola primaria, attraverso il rilevamento di significative cadute prestazionali nell'ambito del processamento numerico (che compromette la capacità di rappresentare ed elaborare le numerosità) e/o del sistema del calcolo (deficit nel recupero dei fatti aritmetici e algoritmi del calcolo scritto). Alcune di queste difficoltà vengono maggiormente compensate nel tempo rendendo più difficile l'individuazione di una discalculia nell'adulto. Per uscire da questa impasse bisognerebbe trovare aree comunemente deficitarie nei bambini discalculici che possano essere esplorate anche negli adulti con discalculia senza ricorrere a modifiche o alterazioni del compito. I fatti aritmetici potrebbero rispondere bene a questo scopo poiché sono facilmente esplorabili, risultano strettamente connessi (sia per esiti positivi sia negativi) al sistema del calcolo scritto e sono poco condizionati da altre variabili evolutive e scolastiche.

Tuttavia prima di provare ad avvalorare l'ipotesi della ricerca che verrà presentata, dovremmo riuscire a dimostrare che i fatti aritmetici sono delle abilità di base acquisite da quasi tutti i soggetti entro un determinato lasso di tempo, ossia entro un certo numero di mesi o anni di esercizio e che si tratta di un apprendimento di tipo procedurale che, in quanto tale, si mantiene inalterato nel tempo indipendente dall'esercizio.

Le tabelline, come tutti i calcoli entro il 10, rientrano nella classe dei fatti aritmetici, ossia tutte le operazioni il cui risultato può essere recuperato direttamente dalla memoria a lungo termine senza necessità di effettuare il calcolo. Al pari di altri fatti aritmetici, le tabelline costituiscono un importante elemento per l'acquisizione delle competenze del calcolo sia mentale che scritto.

Biancardi e Fiori (2009) sostengono che i bambini discalculici solitamente sono discretamente competenti quando devono eseguire il calcolo mentale (non i fatti aritmetici, ma il calcolo mentale complesso) pur con tempi mentali non troppo rapidi. L'insegnamento e l'apprendimento delle tabelline è stato considerato, per diversi anni, un argomento di ricerca di secondo piano, poiché si riteneva questa abilità una mera espressione di un buon funzionamento mnemonico (Bortolato, 1999; Sacchelli, 1999). Negli ultimi anni, gli studi su bambini e adulti con DSA hanno riportato questo tema al centro del dibattito affrontato dalla comunità scientifica. Oggi sappiamo che le tabelline possono essere considerate uno dei primi veri e propri impegni cognitivi richiesti a scuola poiché ritenute, almeno nella parte iniziale del processo, estremamente astratte e dunque difficili sia da comprendere che da memorizzare.

Quanto tempo occorre, normalmente, per apprendere le tabelline a scuola?

Generalmente esse vengono acquisite nei primi tre anni di scuola primaria, tuttavia, è difficile dare tempistiche esatte; in linea generale è possibile affermare che occorrono non meno di quattro mesi.

Ricerca

Scopo di questa ricerca è verificare se entro la fine del secondo ciclo della scuola primaria il percorso di acquisizione delle tabelline possa dirsi completo; in altri termini, ci siamo proposti di studiare il livello di automatizzazione delle tabelline nei bambini delle classi quarta e quinta della scuola primaria. Le tabelline, al pari di ogni altro fatto aritmetico, sono un'attività procedurale (come andare in bicicletta e nuotare), di conseguenza la loro acquisizione richiede uno sforzo iniziale abbastanza elevato che tende a ridursi mano a mano che la funzione raggiunge un buon livello di automatizzazione, permettendo un processo di ridefinizione rappresentazionale (Karmiloff-Smith, 1995). Una volta acquisita la padronanza comportamentale è verosimile pensare che, come succede con gli altri apprendimenti di tipo procedurale, essa si mantenga stabile nel tempo indipendentemente dall'allenamento, pertanto in età adulta una difficoltà nel recuperare le tabelline potrebbe essere uno dei potenziali indici significativi.

Inoltre, si vuole verificare quali strategie vengono messe in atto nel recupero delle tabelline. Per fare ciò, si è proceduto con la somministrazione individuale della tabellina del 4 e della tabellina del 7. La scelta di queste due tabelline è stata influenzata dal fatto che sono quelle contenute nella Batteria per la discalculia evolutiva (BDE) (Biancardi e Nicoletti, 2004).

Campione

Il campione preso in esame è costituito da 80 soggetti frequentanti il secondo ciclo della scuola primaria di cui 40 di classe quarta (età media 9,7 anni) e 40 di classe quinta (età media 10,4). Non è stata effettuata nessuna stratificazione in base alle diverse condizioni socio-economiche delle famiglie dei bambini, poiché queste variabili sono ritenute poco influenti ai fini della corretta acquisizione di un automatismo come quello delle tabelline. In entrambi i gruppi sono stati esclusi i bambini con DSA o con disabilità cognitive e sensoriali già diagnosticate.

Materiale e procedura

A tutto il campione è stata chiesta la ripetizione della tabellina del 4 e del 7. Le prove sono state somministrate nella seconda metà dell'anno scolastico 2010-2011, proposte individualmente in un'aula adiacente alle classi; ci si è serviti di un registratore per il rilevamento a posteriori dei tempi e del numero di errori commessi.

Ai bambini è stata data la possibilità di scegliere la modalità di ripetizione preferita, ossia se utilizzare la strategia esplicita che consiste nel verbalizzare tutta l'operazione (ad esempio, $4 \times 1 = 4$; $4 \times 2 = 8$; $4 \times 3 = 12$, ecc.), oppure ricorrere alla strategia implicita che prevede la ripetizione della sequenza automatica senza verbalizzare ogni volta il moltiplicatore (4, 8, 12, 16, 20, ecc.). Per la somministrazione e la correzione sono stati adottati i parametri della BDE: un punto per ogni risposta corretta entro i 2 secondi, 0 punti per risposta errata o con esitazione maggiore ai 2 secondi.

L'idea di base è che il soggetto con una buona padronanza delle tabelline sia in grado di risolvere il compito senza alcuna difficoltà, attraverso un recupero rapido e diretto dei risultati nella memoria a lungo termine, nella quale sono stabilmente immagazzinati i fatti numerici, senza attuare nessun conteggio.

Risultati

Nelle tabelle che seguono vengono illustrati i dati relativi alla ripetizione delle due tabelline. I parametri rilevati per ogni classe sono stati i seguenti:

- tempo impiegato;
- prestazioni corrette;
- numero errori commessi;
- strategia adottata (implicita o esplicita).

Nella tabella 12.1 riportiamo una chiave di lettura per l'interpretazione dei risultati contenuti nelle tabelle successive.

Nella tabella seguente (tabella 12.2) è possibile osservare che in termini assoluti l'85% dei bambini di classe quarta conosce la tabellina del 4, mentre in termini relativi rileviamo che solo un 20% di questi bambini riesce a ripetere la tabellina proposta in modo sequenziale automatico (implicita), mentre il 65%, pur eseguendo la prova in modo corretto, si affida a procedure di recupero più primitive (esplicita: 4×1 ; 4×2 , ecc.).

TABELLA 12.1
Legenda risultati

LEGENDA	
A	Modalità implicita risposta corretta
B	Modalità esplicita risposta corretta
C	A + B
A1	Modalità implicita 1 risposta errata
B1	Modalità esplicita 1 risposta errata
C1	A1 + B1

TABELLA 12.2
Risultati tabellina del 4, classe quarta primaria

Strategia	A	B	C	Totale corrette	A1	B1	C1	Totale sbagliate
Numero soggetti	8	26	0	34	0	6	0	6
Media secondi	12,2	21,6	-	-	-	27,7	-	-
DS	4,2	4,1	-	-	-	14,5	-	-
Percentuale %	20	65	0	85	0	15	0	15

Nella tabella successiva (tabella 12.3) si trovano i risultati relativi alla tabellina del 4 somministrata ai bambini di classe quinta. La percentuale in termini assoluti relativa alla conoscenza della tabellina del 4 nella classe quinta risulta più elevata di quella riscontrata nella classe quarta (90% classe V, contro 85% classe IV).

In termini qualitativi rileviamo che nella classe quinta un numero maggiore di bambini riesce a ripetere la tabellina proposta in modo sequenziale automatico (implicito) mentre il 40%, pur eseguendo la prova in modo corretto, si affida a procedure di recupero più primitive (esplicite).

Per quanto riguarda la tabellina del 7 nella classe quarta, dalla tabella 12.4, possiamo osservare come il 70 % ha acquisito la tabellina, infatti, 28 alunni hanno risposto in modo corretto, mentre solo 12 hanno sbagliato. In questa tabellina, a differenza di quella del 4, il numero di errori aumenta del doppio, evidenziando così una maggiore difficoltà nel recupero e nell'acquisizione. Confrontando anche le medie di secondi impiegati possiamo notare un au-

mento di circa 4 secondi nella tabellina del 7, tale aumento potrebbe essere la conferma delle teorie relative al «problem size effect» (Campbell e Graham, 1985; Ashcraft e Christy, 1995; Campbell, 1997; Butterworth, 2005).

TABELLA 12.3
Risultati tabellina del 4, classe quinta primaria

Strategia	A	B	C	Totale corrette	A1	B1	C1	Totale sbagliate
Numero soggetti	20	16	0	36	2	2	0	4
Media secondi	10,7	22,4	–	–	18,62	48,2	–	–
DS	3,7	7,5	–	–	–	–	–	–
Percentuale %	50	40	0	90	5	5	0	10

Le analisi qualitative ci consentono di constatare che nella tabellina del 7 il 45% dei bambini utilizza una strategia esplicita, mentre solo il 25% utilizza la strategia implicita (tabella 12.4), anche tra i bambini che sbagliano (tabella 12.4) possiamo notare come il 25% dei bambini utilizzi la strategia esplicita contro il 5% che utilizza quella implicita.

TABELLA 12.4
Risultati tabellina del 7, classe quarta primaria

Strategia	A	B	C	Totale corrette	A1	B1	C1	Totale sbagliate
Numero soggetti	10	18	0	28	2	10	0	12
Media secondi	21,4	25,2	–	–	19,4	28,8	–	–
DS	11,1	4,9	–	–	–	12,9	–	–
Percentuale %	25	45	0	70	5	25	0	30

Per quanto riguarda la tabellina del sette, nella classe quinta, possiamo notare (tabella 12.5) come in termini percentuali assoluti la conoscenza della tabellina non migliora rispetto alla classe quarta, si riscontra di contro un peggioramento del 5%, infatti nella classe precedente il 70% dei bambini sapeva rispondere correttamente (tabella 12.4), contro il 65% della classe quinta (tabella 12.5). La percentuale relativa ai bambini che sbagliano corrisponde al

35% (tabella 12.5), inoltre, possiamo notare che in questo caso due bambini utilizzano una strategia mista, infatti, durante la ripetizione due alunni hanno iniziato a ripetere attraverso la procedura implicita, ma per timore di sbagliare hanno continuato con la procedura esplicita.

TABELLA 12.5
Risultati tabellina del 7, classe quinta primaria

Strategia	A	B	C	Totale corrette	A1	B1	C1	Totale sbagliate
Numero soggetti	16	10	0	26	8	4	2	14
Media secondi	24,1	19,2	–	–	35,9	27,3	–	–
DS	18,05	8,9	–	–	14,6	2,4	–	–
Percentuale %	40	25	0	65	–	10	5	35

Il peggioramento rilevato nel passaggio dalla classe quarta alla classe quinta è solo sul versante quantitativo, poiché su quello qualitativo si assiste a un miglioramento. Nella classe quarta il 25% dei bambini utilizzava la strategia implicita, mentre nella classe quinta la procedura implicita era usata dal 40%.

Oltre al confronto interclasse è possibile effettuare un confronto tra le due tabelline. Dall'interazione tra le due variabili esaminate — classe e tabellina — si ottengono 4 possibili combinazioni. Da queste combinazioni emerge che sia i bambini di classe quarta sia quelli di classe quinta ottengono prestazioni migliori nella tabellina del 4 rispetto a quella del 7 con scarti percentuali più marcati per la classe quinta (si veda la figura 12.1).

Nel grafico riportato nella figura 12.2, si osserva che per entrambi i gruppi si ha una maggiore percentuale di errori in corrispondenza della tabellina del 7 (30% e 25%) rispetto alla tabellina del 4 (15% e 10%).

La differenza di prestazione tra le due tabelline è più marcata nella classe quarta rispetto alla classe quinta. Per quanto riguarda quest'ultima si nota solo una lieve differenza nelle percentuali di correttezza (10%); diversamente nel gruppo di classe quarta si ha un delta di 15 punti percentuali.

Nella figura che segue (figura 12.3) si osserva per entrambi i gruppi di bambini in rapporto alla ripetizione della tabellina del 7 una corrispondenza lineare tra aumento dell'accuratezza e riduzione dell'errore medio percentuale.

Per quanto riguarda la tabellina del 4 (figura 12.4) possiamo notare, mettendo a confronto le due classi, che in una piccola percentuale (5%) la classe quinta ha una padronanza maggiore di questa tabellina.

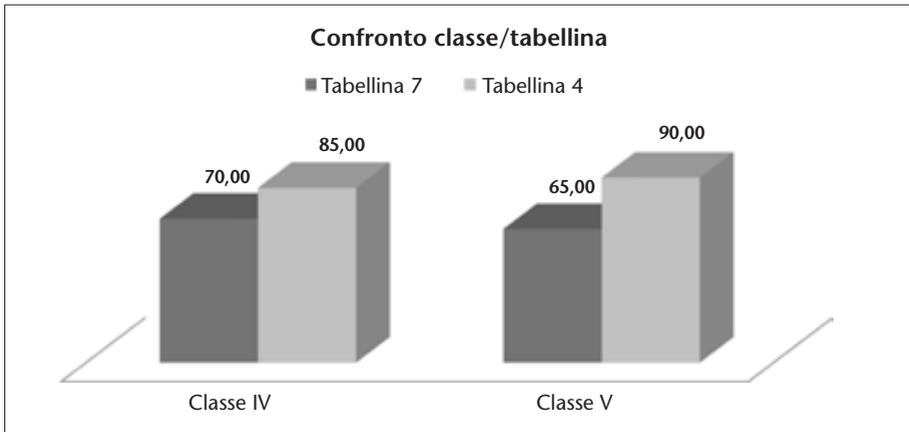


Fig. 12.1 Confronto percentuali corrette tabellina 4 *versus* tabellina 7.

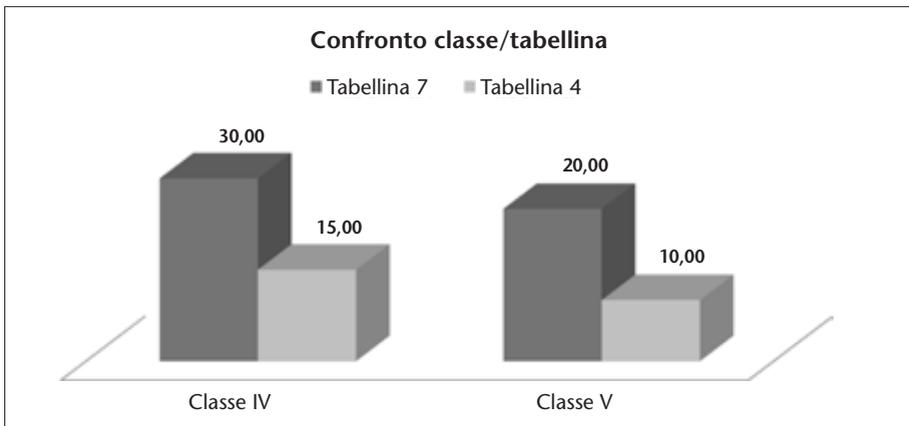


Fig. 12.2 Confronto percentuali sbagliate tabellina 4 *versus* tabellina 7.

Conclusioni

I risultati di questa ricerca suggeriscono alcune considerazioni preliminari di carattere generale.

Nelle ultime due classi della scuola primaria i bambini possiedono livelli di competenze nelle tabelline che oscillano tra il 65 e il 90%. Le diverse tabelline non vengono apprese nello stesso modo; alcune tabelline risultano più difficili di altre e la loro corretta acquisizione non sembrerebbe direttamente connessa alla sola variabile della classe frequentata. In altri termini, alcune tabelline po-

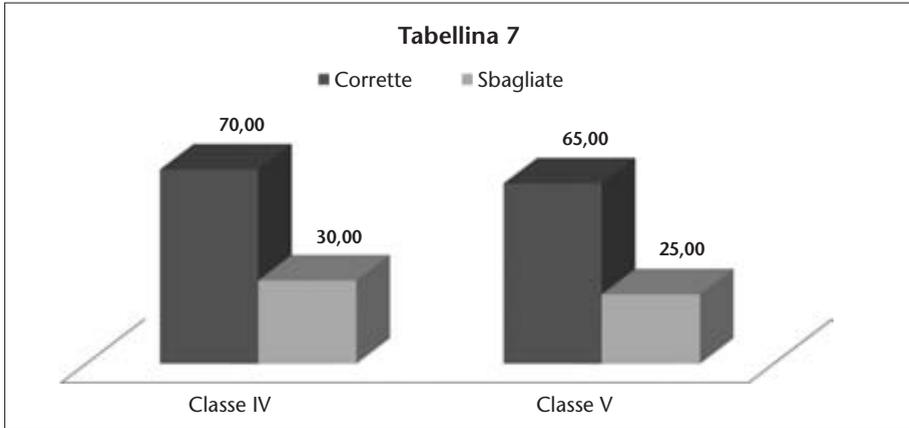


Fig. 12.3 Confronto corrette/sbagliate classe quarta e quinta.

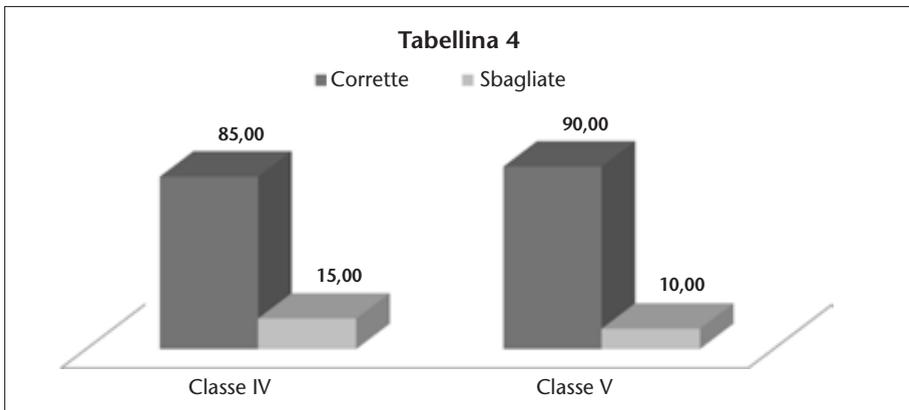


Fig. 12.4 Confronto corrette/sbagliate classe quarta e quinta.

tenzialmente più difficili possono essere apprese meglio anche da bambini più piccoli e dunque esposti da minor tempo a quella specifica routine. Vi sono poi le considerazioni più specifiche che riguardano le singole tabelline esaminate. Nella tabellina del 4 si è riscontrata una padronanza molto elevata già nella classe quarta primaria (85%) e ancora più elevata nella classe quinta (90%), infatti, la percentuale degli alunni che sbagliano è davvero bassa (15-10%). Per quanto riguarda la tabellina del 7, invece, la padronanza in entrambe le classi si abbassa e si assiste anche a una variazione di tendenza, ossia migliori prestazioni nella classe quarta rispetto alla classe quinta. In linea generale è comunque rilevabile

una maggiore difficoltà in corrispondenza della tabellina del 7 per entrambe le classi. Essa potrebbe essere attribuita a più cause, come ad esempio:

- alternanza di numeri pari e dispari; nella tabellina del 7 i risultati alternano numeri pari a numeri dispari (7, 14, 21, 28, 35, ecc.);
- un intervallo più ampio del numero, che richiede una procedura di controllo più impegnativa, documentata anche dall'aumento dell'intervallo di tempo che intercorre fra un risultato e il successivo.

Qualitativamente, in entrambe le tabelline (del 4 e del 7), nella classe quarta prevale la procedura esplicita, che consiste nel ripetere l'intera operazione ($4 \times 1 = 4$; $4 \times 2 = 8$, ecc.; $7 \times 1 = 7$; $7 \times 2 = 14$, ecc.), mentre nella classe quinta prevale la strategia implicita, che a differenza della precedente consiste nel ripetere solo i risultati delle operazioni (4, 8, 12, ecc.; 7, 14, 21, ecc.). Questa variazione di strategia tra le due classi può dimostrare un maggiore consolidamento dei fatti aritmetici nella memoria associativa.

In linea generale, i dati raccolti sembrerebbero confermare alcuni concetti inseriti nel modello di ridescrizione rappresentazionale teorizzato da Karmiloff-Smith (1995). La stessa autrice, nel suo modello di sviluppo cognitivo, ipotizza un continuo processo di ridescrizione delle informazioni, attraverso il quale le informazioni stesse vengono organizzate in formati che si modificano continuamente a seguito dell'esercizio, diventando progressivamente più manipolabili e flessibili e, al tempo stesso, meno specifiche.

Le informazioni sono inizialmente codificate in configurazioni finalizzate e circoscritte che rappresentano i caratteri dello stimolo (per esempio la parola «zebra» associata solo all'animale) o quelle procedurali per eseguire dei compiti (nel nostro caso recitare la tabellina). Esse hanno la possibilità di cambiare formato, in virtù di processi di ridescrizione, e divenire più flessibili e disponibili a un impiego meno rigido e contestualizzato.

Ritornando alla nostra ricerca, un esempio di ciò potrebbe essere lo sviluppo della capacità di recitare la tabellina passando dal modello esplicito a quello implicito. Secondo Karmiloff-Smith questa trasformazione sarebbe alla base dell'automatizzazione di un'abilità: tale processo sembrerebbe necessario per la progressiva strutturazione dei concetti legati all'abilità di concetti (ad esempio: il concetto di moltiplicazione). In tal senso Karmiloff-Smith inserisce in un continuum diverse forme di attività cognitiva (routine procedurali, pensiero formale, coscienza e riflessività) considerandole come livelli diversi di descrizione degli stessi fenomeni.

All'inizio la conoscenza è descritta in modo molto dettagliato e isomorfo rispetto alle caratteristiche dello stimolo, per esempio la tabellina equivale a

recitare a memoria la tavola pitagorica. Ogni tabellina viene recitata dall'inizio alla fine in modo rigido e contestualizzato.

Se allo stesso bambino viene richiesto di cambiare la sequenza o se viene interrotto durante l'esecuzione, avrà molte difficoltà a continuare il compito, perché in questa fase l'informazione è disponibile in forme molto rigide e sensibili a ogni turbativa del formato in cui è stata immagazzinata. Del resto, la rigidità procedurale precede sempre il raggiungimento della padronanza comportamentale. È il caso dei bambini di quarta che necessitano di procedure esplicite per ripetere la tabellina. Con un altro anno di scolarizzazione i bambini raggiungono la possibilità di accedere a forme di conoscenza diverse che permettono loro di svincolarsi dalla rigidità procedurale della fase precedente. Il raggiungimento del livello automatico (in cui non è necessario il controllo consapevole) coincide appunto con la possibilità di avviare anche forme di riflessione sui compiti che si svolgono e di accedere a forme di conoscenza diverse; ad esempio, l'emergere del concetto di moltiplicazione e l'uso di essa in contesti diversi da quello scolastico. In sostanza, si tratta di una continua attività di riconfigurazione dei formati iniziali, che procede riducendo progressivamente sia il numero delle unità impegnate, sia il grado di specificità della descrizione primitiva fino a rendere la descrizione finale disponibile per impieghi in ambiti rappresentazionali molto diversi.

Seguendo la teoria in questione l'apprendimento delle tabelline può essere considerato di tipo procedurale e, in quanto tale, non deteriorabile nel tempo e indipendente dall'esercizio (esattamente come l'andare in bicicletta o disegnare una casa). A ogni modo sarebbe utile verificare ciò riproponendo il compito richiesto anche alla popolazione adulta.

In definitiva, anche in virtù dell'esiguità del campione, i dati raccolti non ci permettono di confermare la nostra ipotesi di ricerca iniziale circa la stabilità della memorizzazione delle tabelline nel tempo. Una conferma in questa direzione potrebbe pervenire solo da ulteriori studi su campioni più estesi, somministrazione di tutte le tabelline e verifica della stabilità nel tempo di questi apprendimenti ritenuti procedurali. Un apprendimento procedurale è per definizione stabile nel tempo, poiché tendente all'automatizzazione e scarsamente controllato; di conseguenza una volta apprese le tabelline dovrebbero restare consolidate nella mente per tutta la vita. Questa ricerca descrive uno scenario di parziale automatizzazione delle tabelline esaminate entro la fine della scuola primaria. Per stabilire dunque se le tabelline una volta apprese restano stabili sarà necessario trovare la fase scolastica nella quale si riscontri una percentuale di risposte corrette tra il 95 e il 100%. Una volta stabilita la presenza di questo tipo di apprendimento si potrebbe procedere con indagini

nelle scuole secondarie di secondo grado, per verificare eventuali deterioramenti nelle prestazioni in questo genere di compiti dovuti alla riduzione di allenamento o all'uso estensivo delle calcolatrici.

Considerazioni sull'importanza dei fatti aritmetici negli adulti

L'allegato al documento Consensus Conference, *Disturbi specifici dell'apprendimento* (2011), affronta il tema dei criteri diagnostici più appropriati per valutare le prestazioni in ambito aritmetico e, in modo particolare, tratta l'annoso tema dell'andamento del disturbo nel tempo. Per quanto riguarda il primo aspetto il documento recita che «la maggioranza degli autori è concorde nel proporre come cruciali i fatti numerici (Geary, 1993) o il processamento numerico (Landerl et al., 2004)».

La caratteristica della persistenza del disturbo è unanimemente considerata un tema essenziale per gli sviluppi clinici e di ricerca (Shalev et al., 1993; Swanson e Jerman, 2006; Murphy et al., 2007; Chong e Siegel, 2008; Mazzocco et al., 2008). Gli autori degli studi menzionati invitano a individuare i criteri maggiormente idonei a evidenziarla. Secondo gli stessi, pur assistendo a un progressivo incremento delle competenze, i soggetti discalculici mantengono evidenti difficoltà nella soluzione di compiti semplici, che vanno ben oltre gli anni della scuola primaria (Mazzocco et al., 2008). In particolare, il deficit più stabile riguarderebbe la difficoltà di recupero dei fatti aritmetici, mentre le difficoltà di tipo procedurale sarebbero maggiormente modificabili (Chong et al., 2008). Diversi studi hanno evidenziato che le prestazioni dei soggetti discalculici si modificano più lentamente rispetto ai soggetti con basse competenze matematiche (Swanson et al., 2006; Mazzocco et al., 2008; Chong et al., 2008).

Tenuto conto di quanto detto, la presente ricerca si propone come contributo allo studio dell'evoluzione della conoscenza delle tabelline in età evolutiva. Le considerazioni emerse possono risultare un valido input agli approfondimenti relativi alla stabilizzazione delle stesse in età adulta, anche in considerazione dell'impatto di questo disturbo nella vita dei soggetti coinvolti. Avere difficoltà nel recupero dei fatti numerici può significare essere mediamente più lenti e/o inaccurati nel calcolo anche delle minime spese della vita quotidiana (ad esempio calcolare il resto quando si acquista un articolo o capire a quanto equivale una certa percentuale di sconto su una data merce), nella lettura dell'orologio analogico e nell'esecuzione di ricette di cucina se esse contengono proporzioni, equivalenze o

altre trasformazioni numeriche. Capire quali aree di fragilità si trascinano in età adulta significa anche circoscriverne con più precisione l'impatto nella capacità adattiva.

Bibliografia

- Ashcraft M.H. e Christy K.S. (1995), *The frequency of arithmetic facts in elementary texts: Addition and multiplication in Grades 1-6*, «Journal for Research in Mathematics Education», vol. 26, pp. 396-421.
- Biancardi A. e Fiori G. (2009), *Profili di discalculia evolutiva nei disturbi specifici di apprendimento: Tra modulo numerico e disturbi della codifica semantica*, «Dislessia», vol. 6, n. 1, pp. 139-152.
- Biancardi A. e Nicoletti C. (2004), *Batteria per la discalculia evolutiva*, Torino, Omega.
- Bortolato C. (1999), *Imparare le tabelline: Strategia di memoria visiva e apprendimento associativo*, Trento, Erickson.
- Butterworth B. (2005), *The development of arithmetical abilities*, «Journal of Child Psychology», vol. 46, n. 1, pp. 3-18.
- Butterworth B., Varma S. e Laurillard D. (2011), *Dyscalculia: From brain to education*, «Science», vol. 332, n. 6033, pp. 1049-1053.
- Campbell J.I.D. (1997), *On the relation between skilled performance of simple division and multiplication*, «Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition», vol. 23, n. 5, pp. 1140-1159.
- Campbell J.I.D. e Graham D.J. (1985), *Mental multiplication skill: Structure, process, and acquisition*, «Canadian Journal of Psychology», vol. 39, pp. 338-366.
- Chong L.S. e Siegel L. (2008), *Stability of computational deficits in math learning disability from second through fifth grades*, «Developmental Neuropsychology», vol. 33, n. 3, pp. 300-317.
- Consensus Conference (2007), *Disturbi evolutivi specifici di apprendimento: Raccomandazioni per la pratica clinica definite con il metodo della Consensus Conference*, Milano, Associazione Italiana Dislessia.
- Consensus Conference (2011), *Disturbi evolutivi specifici di apprendimento*, Roma, Istituto superiore di sanità, Ministero della Salute.
- Documento di Accordo AIRIPA-AID (2012), *La diagnosi di discalculia evolutiva*, Documento di accordo, Bari, AIRIPA-AID.
- Fuchs L.S., Powell S.R., Seethaler P.M., Fuchs D., Hamlett C.L., Cirino P.T. e Fletcher J.M. (2010), *A framework for remediating number combination deficits*, «Exceptional Children», vol. 76, n. 2, pp. 135-165.
- Geary D.C. (1993), *Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components*, «Psychological Bulletin», vol. 114, pp. 345-362.
- Karmiloff-Smith A. (1995), *Oltre la mente modulare: Una prospettiva evolutiva sulla scienza cognitiva*, Bologna, Il Mulino.

- Landerl K., Bevan A., Butterworth B. (2004), *Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9 year old students*, «Cognition», vol. 93, pp. 99-125.
- Mammarella I., Lucangeli D. e Cornoldi C. (2010), *Spatial working memory and arithmetic deficits in children with nonverbal learning difficulties*, «Journal of Learning Disabilities», vol. 43, n. 5, pp. 455-468.
- Mazzocco M.M., Devlin K.T. e McKenney S.J. (2008), *Is it a fact? Timed arithmetic performance of children with mathematical learning disabilities (MLD) varies as a function of how MLD is defined*, «Developmental Neuropsychology», vol. 33, n. 3, pp. 318-344.
- Murphy M.M., Mazzocco M.M., Hanich L.B. e Early M.C. (2007), *Cognitive characteristics of children with mathematics learning disability (MLD) vary as a function of the cutoff criterion used to define MLD*, «Journal of Learning Disabilities», vol. 40, n. 5, pp. 458-478.
- Parisi D. (1990), *Connessionismo e sviluppo al centro dello studio dell'intelligenza*, «Sistemi intelligenti», vol. 2, pp. 365-426.
- Pizzoli C., Lami L. e Stella G. (1994), *Le prime tappe dello sviluppo psicomotorio: Aspetti cognitivi*. In A. Contardi e S. Vicari (a cura di), *Le persone down*, Milano, FrancoAngeli.
- Raghubar K., Cirino P., Barnes M., Ewing-Cobbs L., Fletcher J. e Fuchs L. (2009), *Errors in multi-digit arithmetic and behavioral inattention in children with math difficulties*, «Journal of Learning Disabilities», vol. 42, pp. 356-371.
- Rumelhart D.E., McClelland J.L., PDP Research Group (1986), *Parallel distributed processing: Exploration in the microstructure of cognition*, Cambridge, Mass., MIT Press, 2 voll., trad. it. (non integrale) *Microstruttura dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino, 1991.
- Sacchelli P. (1999), *Lo studio della tavola pitagorica: Un apprendimento problematico*, «Psicologia e scuola», n. 95, pp. 3-13.
- Shalev R.S., Manor O., Amir N., Gross-Tsur V. (1993), *Acquisition of arithmetic in normal children: Assessment by a cognitive model of dyscalculia*, «Developmental Medicine & Child Neurology», vol. 35, n. 7, pp. 593-601.
- Swanson H.L. e Jerman O. (2006), *Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature*, «Review of Educational Research», vol. 76, n. 2, pp. 249-274.
- Wilson A.J. e Dehaene S. (2007), *Number sense and developmental dyscalculia*. In D. Coch, G. Dawson e K.W. Fischer (a cura di), *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development*, New York, The Guilford Press, pp. 212-238.