

# “La Gara dei Numeri”: Un videogioco educativo per il potenziamento delle abilità numeriche ed il trattamento della discalculia

Ilaria Berteletti<sup>1</sup>, Michele De Filippo De Grazia<sup>2</sup>, e Marco Zorzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, Università di Padova*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Psicologia Generale, Università di Padova*

## Sommario

Questo articolo presenta il videogioco educativo “La Gara dei Numeri”, adattamento alla lingua italiana della versione originale “The Number Race” di Wilson, Dehaene, Pinel, Revkin, Cohen e Cohen (2006). Il software, progettato per bambini di età tra 4 e 8 anni, può essere utilizzato per il trattamento della discalculia (difficoltà di apprendimento matematico) o per potenziare il “senso dei numeri” in bambini senza disturbi specifici di apprendimento a livello di scuola per l’infanzia. La struttura del gioco è basata sulle più attuali conoscenze psicologiche e neuroscientifiche riguardo alla cognizione numerica, nonché sull’ipotesi che la discalculia sia un deficit primario che colpisce il senso dei numeri e lo sviluppo di associazioni tra quantità numerica e simboli. Il gioco pone un’enfasi sul senso del numero tramite il confronto di quantità numeriche e la loro relazione con lo spazio; rafforza il legame tra rappresentazioni numeriche non-simboliche e simboliche; e mira ad aumentare la comprensione e l’automatizzazione dei fatti aritmetici additivi e sottrattivi di base. La difficoltà del gioco si adatta in modo dinamico alle prestazioni del bambino grazie ad un algoritmo adattativo allo scopo di garantire un apprendimento ottimale.

## Introduzione

Nella società odierna l'apprendimento di competenze numeriche e matematiche è una componente essenziale dei programmi educativi ed una difficoltà nell'uso dei numeri risulta più invalidante di una scarsa alfabetizzazione, soprattutto nell'ambito lavorativo. Tuttavia, studi recenti indicano che il 20% degli alunni italiani manifestano difficoltà in matematica già dalla fine della prima elementare (Lucangeli e Tressoldi, 2001). Una parte di loro ha plausibilmente un disturbo specifico nell'apprendimento della matematica, una condizione nota come discalculia che dipende da uno sviluppo cerebrale anomalo e che produce deficit nelle capacità numeriche più elementari (Butterworth, 2010; Piazza, Facoetti, Berteletti, Lucangeli, Dehaene, e Zorzi, 2010). Le abilità numeriche e matematiche sono fondate infatti su un sistema neurale specializzato che condividiamo con numerose specie animali (Zorzi, 2004, per una rassegna) e che sembra essersi evoluto per rispondere alla numerosità degli stimoli presenti nell'ambiente (Stoianov e Zorzi, 2012).

La discalculia evolutiva è una difficoltà selettiva che riguarda i numeri e le operazioni sui numeri, in presenza di capacità cognitive adeguate e di adeguate opportunità sociali e relazionali (ICD-10; International Classification of Diseases dell'Organizzazione Mondiale della Sanità). Ricerche internazionali stimano la prevalenza della discalculia nella popolazione tra il 3,6 e il 6,5% (Gross-Tsur, Manor e Shalev, 1996; Shalev e Gross-Tsur, 2001). Questo significa che tra i 2 e i 3,6 milioni di italiani potrebbero soffrire di discalculia. Tuttavia, la discalculia è certamente meno riconosciuta della dislessia e di altre anomalie dello sviluppo cognitivo. Inoltre, la difficoltà in matematica può emergere anche in assenza di deficit neuro-cognitivi, come dimostra la notevole discrepanza tra la percentuale di bambini in difficoltà e la percentuale attesa di discalculici sulla base delle stime di prevalenza.

Questi dati indicano da un lato la necessità di intervenire in modo precoce su bambini che manifestano difficoltà in matematica e dall'altro l'importanza di rinforzare le basi sulle quali si andrà a costruire lo sviluppo di competenze matematiche in età prescolare. In questo articolo presentiamo uno strumento che risponde a questi scopi e che prende la forma di videogioco educativo. "La

Gara dei Numeri” è l’adattamento italiano della versione originale “The Number Race” di Wilson e collaboratori (2006), un gioco progettato sulla base delle più recenti conoscenze psicologiche e neuroscientifiche riguardo alla cognizione numerica. Il software è gratuito e può essere facilmente utilizzato da genitori ed insegnanti come sostegno per potenziare il “senso dei numeri” in bambini di età compresa tra 4 ed 8 anni.

“La Gara dei Numeri”: Principi ed obiettivi sottostanti

“La Gara dei Numeri”, come i più recenti videogiochi educativi, si basa sul principio dell’apprendimento ottimale. Dal punto di vista dell’apprendimento, per imparare deve essere soddisfatto il criterio della “zona di sviluppo prossimale” (Vygostky, 1978). Per raggiungere un cambiamento neuronale e cognitivo permanente è necessario da un lato un insegnamento intensivo e dall’altro che le conoscenze pregresse siano sufficienti per sostenere l’apprendimento dei nuovi concetti. Di fondamentale importanza è minimizzare le probabilità di fallimento mantenendo allo stesso tempo un livello di difficoltà stimolante ed adeguato. In quest’ottica sono stati ideati i videogiochi basati su algoritmi adattativi che aggiustano la difficoltà del gioco alle competenze di ogni bambino garantendo un contesto al contempo ludico e stimolante per l’apprendimento. Il fascino che suscitano i videogiochi nei bambini permette inoltre di favorirne l’utilizzo intensivo e ripetuto. Infatti, questo approccio ha già dimostrato la sua efficacia nell’ambito della riabilitazione della dislessia (Merzenich, Jenkins, Johnston, Schreiner, Miller, e Tallal, 1996; Temple, Deutsch Poldrack, Miller, Tallal, Merzenich e Gabrieli, 2003).

Oltre alle caratteristiche ludiche, alla capacità di adattarsi al livello di conoscenza di ogni bambino, ed alla facilità di utilizzo intensivo, il videogioco di Wilson e collaboratori (2006) si basa sul modello teorico più accreditato della cognizione numerica, il modello del Triplo Codice (Dehaene, 1992). Questo modello è sostenuto da dati neuroscientifici e per ogni sua componente esso identifica delle corrispondenti aree cerebrali specifiche (Dehaene e Cohen, 1995; per una rassegna in italiano si veda Zorzi, Berteletti e Lucangeli, 2010). Il principio fondamentale che ha ispirato il videogioco è quello di rinforzare il

sensu dei numeri. Infatti, diversi studi hanno mostrato che la discalculia è la conseguenza di un deficit del senso dei numeri, inteso anche come una ridotta "acuità numerica" (ovvero la capacità di discriminare quantità numeriche non simboliche; Piazza et al., 2010) o una difficoltà nell'accedere alla quantità a partire dai simboli numerici che la rappresentano (Rousselle e Noël, 2007). Per potenziare il senso dei numeri, il gioco si basa sul compito di confronto numerico, prima con materiale non-simbolico e poi introducendo i numeri Arabi. Infatti, pur essendo un compito apparentemente semplice, esso implica l'attivazione e la manipolazione di rappresentazioni numeriche. In questo compito i bambini discalculici, o con difficoltà specifiche in matematica, tendono a commettere molti più errori e/o ad essere molto più lenti dei coetanei con sviluppo tipico (Landerl, Bevan e Butterworth, 2004; Piazza et al., 2010; Rousselle e Noël, 2007). Nel gioco, la difficoltà del confronto è modulata variando la distanza e la grandezza dei valori da confrontare (Moyer e Landauer, 1967; Sekuler e Mierkiewicz, 1977) e diminuendo il tempo a disposizione incoraggiando l'utilizzo di risposte rapide con accesso automatico alla rappresentazione semantica. Il gioco mira anche a rafforzare il legame tra rappresentazione numerica e spazio (Berteletti, Piazza, Lucangeli, Dehaene e Zorzi, 2010; Hubbard, Piazza, Pinel e Dehaene, 2005; Zorzi, Priftis e Umiltà, 2002). Il legame numero-spazio è evidente nei giochi da tavolo quando il bambino deve contare gli spostamenti procedendo di casella in casella sul tabellone di gioco (Griffin, 2004). Studi recenti dimostrano che una disposizione lineare delle caselle, con formato orizzontale e direzione di spostamento da sinistra verso destra, non solo rafforza questo legame ma ha benefici diretti sulla successiva acquisizione di competenze matematiche (Ramani e Sigler, 2008).

Un altro principio sul quale si basa la costruzione del gioco è quello del legame tra rappresentazione della quantità e simboli (numeri Arabi o parole numero). Il gioco prevede che il confronto numerico avvenga in modo sempre più simbolico. Ai livelli più facili di gioco vengono presentati solo insiemi di pallini, che nei livelli successivi lasciano il posto ai numeri Arabi. Inoltre, alla fine di ogni singola prova, i numeri confrontati vengono sempre presentati in tutti e tre i formati (numero Arabo, insieme di pallini e parola numero). Questa presentazione simultanea costante dei tre formati permette di rafforzarne il

legame, che sembra essere deficitario in soggetti discalculici (Rouselle & Noël, 2007).

Il terzo obiettivo del gioco è di migliorare la comprensione dell'aritmetica di base (addizioni e sottrazioni) e facilitarne l'accesso in memoria. I bambini con discalculia tendono ad utilizzare laboriose (ed a volte inaccurate) procedure di calcolo sulle dita quando i coetanei sono in grado di recuperare la risposta in memoria (Ginsburg, 1997; Jordan e Montani, 1997). Per questo, nei livelli più avanzati del gioco, il bambino deve risolvere un'operazione per ricavare i valori da confrontare. Per aumentare la consapevolezza dell'operazione svolta, la trasformazione è presentata in formato non-simbolico grazie a spostamenti di insiemi di punti (aggiunta o separazioni di una parte dei punti). Avanzando nei livelli di gioco, la presentazione con limite temporale di risposta spinge il bambino ad utilizzare strategie rapide (recupero in memoria) piuttosto che laboriose (conteggio sulle dita).

L'ultimo principio è di mantenere un elevato livello di attenzione e motivazione nel bambino garantendo una percentuale di accuratezza non inferiore al 75%, obiettivo che è reso possibile dall'algoritmo adattivo inserito nel gioco (Wilson et al., 2006). Inoltre, la presenza di numerosi premi e ricompense è auspicabile qualora ci siano deficit associati quali l'ADHD (deficit dell'attenzione e di iperattività). La presenza di numerosi premi permette anche di associare emozioni positive al contesto numerico aumentando l'autostima dei bambini discalculici che di fronte a situazioni numerico-matematiche sono generalmente prevenuti e scoraggiati (Shalev e Gross-Tsur, 2001). Questo significa che i passaggi tra i vari livelli si effettuano soltanto quando il bambino raggiunge competenze sufficienti e, qualora il bambino si trovi in difficoltà, il gioco può tornare indietro per permettere un ulteriore consolidamento delle competenze apprese al livello precedente.

#### Descrizione del gioco

Il videogioco "La Gara dei Numeri" è disponibile gratuitamente<sup>1</sup> ed è scaricabile via Internet ai seguenti indirizzi:

[http://www.unicog.org/numberrace/number\\_race\\_index.html](http://www.unicog.org/numberrace/number_race_index.html) (pagina in lingua inglese)

[http://ccnl.psy.unipd.it/gara\\_dei\\_numeri.html](http://ccnl.psy.unipd.it/gara_dei_numeri.html) (pagina in lingua italiana)

Il file di distribuzione (archivio ZIP) include, oltre ai files del programma, il manuale in italiano con tutte le indicazioni su come iniziare una partita e salvare i progressi del giocatore. Una volta che un bambino inizia a giocare, è importante che ogni sessione di gioco venga iniziata sullo stesso computer inserendo il nome registrato, perché il programma monitora l'andamento dell'apprendimento e modifica la presentazione delle prove in base ai suoi avanzamenti. Una volta che il bambino ha capito il funzionamento del gioco può proseguire in autonomia in quanto ogni schermata ed ogni evento sono spiegati anche verbalmente. Il gioco è disegnato per essere utilizzato dai bambini con una supervisione minima da parte di un adulto.

Il bambino può scegliere se giocare in uno di due mondi: l'oceano o la giungla. La scelta del mondo non influenza né la difficoltà delle prove né l'avanzamento del bambino. Una volta scelto il mondo si passa alla schermata nella quale il bambino deve fare il confronto numerico scegliendo la quantità o il numero maggiore (Figura 1a e 1b). Nella schermata successiva invece il bambino deve spostare il suo personaggio e quello del suo avversario sul tabellone del numero di caselle corrispondenti al valore aggiudicato durante il confronto numerico (Figura 1c).

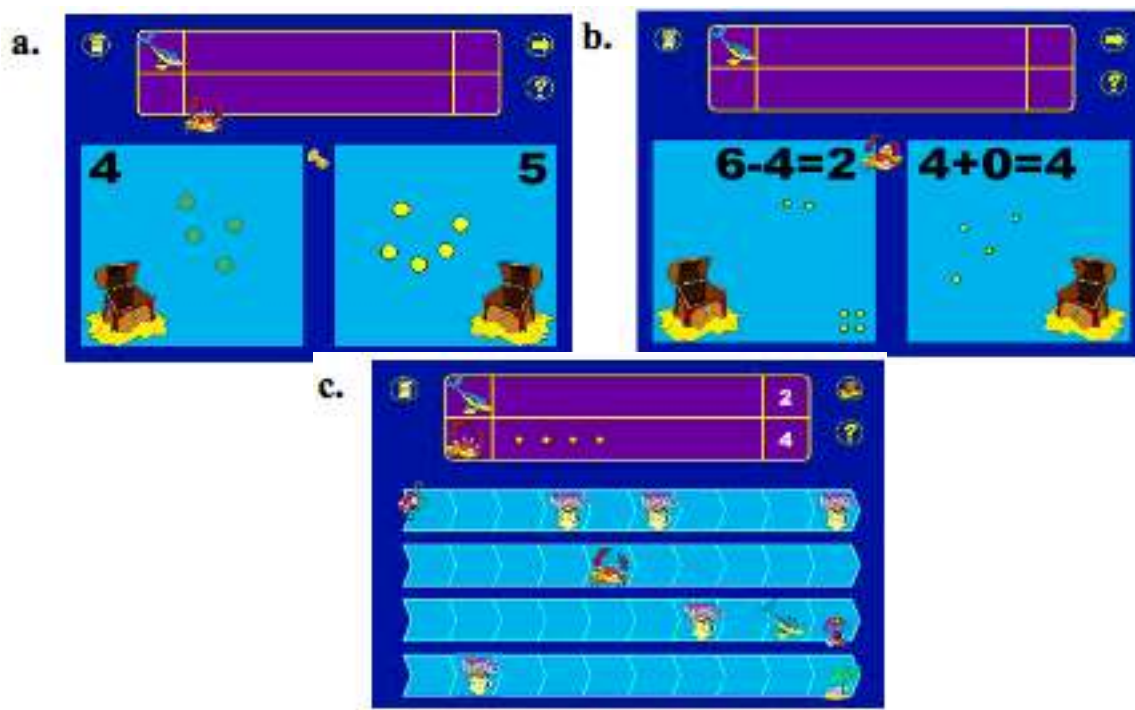


Figura 1: Immagini delle diverse fasi del gioco. Le schermate sopra (*a* e *b*) corrispondono alla fase di confronto numerico nel quale si vuole consolidare la rappresentazione della quantità con i simboli o le operazioni semplici. La schermata di destra (*b*) è tratta da uno dei livelli più difficili dove vanno confrontati i risultati di due operazioni semplici invece che due numeri. Si noti come gli insiemi di punti rendano esplicito l'effetto dell'operazione sui valori numerici. Nella schermata sotto (*c*) si vede il tabellone che permette di rinforzare l'associazione tra spazio e numero. I personaggi si spostano, da sinistra verso destra partendo dall'alto, di un numero di caselle uguale al numero scelto durante la fase di confronto numerico. Vince chi per primo arriva al traguardo in basso a destra. In questa schermata sono anche presenti le trappole che fanno indietreggiare i personaggi che ci finiscono sopra. Le trappole appaiono solo dai livelli di difficoltà intermedi in poi.

Una partita finisce quando uno dei due giocatori raggiunge il traguardo sul tabellone; se il bambino vince, gli è concesso di liberare un animale (un pesce nel mondo dell'oceano o una farfalla nel mondo della giungla). Quando libera sei animali, il gioco sblocca un nuovo personaggio col quale il bambino può giocare le partite successive.

Con il migliorare della prestazione del bambino, diversi parametri rendono il gioco più difficile: il tempo di risposta per il confronto numerico diminuisce, le quantità da confrontare sono progressivamente presentate solo in formato simbolico, possono apparire piccole operazioni aritmetiche al posto di un valore unico e sul tabellone appaiono delle trappole. Le trappole hanno lo scopo di portare l'attenzione sulle quantità esatte e forzare la scelta strategica per non finirci sopra (Tabella 1).

Nella Tabella 1 è possibile vedere il tipo di stimoli presentati ad ogni livello e di conseguenza la difficoltà del gioco. Questa tabella permette di scegliere il livello di partenza appropriato per il bambino in base alle sue conoscenze numeriche. Ad esempio, si consiglia di iniziare almeno dal livello 3 con bambini che iniziano la prima classe della scuola primaria e che abbiano già esperienza con i numeri Arabi.

## TABELLA 1 QUI

### Validazione del gioco

Il gioco è stato inizialmente testato da Wilson, Revkin, Cohen, Cohen e Dehaene (2006) su 9 bambini con difficoltà specifiche in matematica. I bambini dovevano giocare per mezz'ora, quattro giorni alla settimana, per una durata complessiva di 5 settimane. I risultati hanno mostrato da un lato che il gioco è in grado di adattarsi alle capacità dei bambini mantenendo una soglia di accuratezza tra il 75% e l'80%. Dall'altro lato, i bambini hanno mostrato dopo il potenziamento prestazioni più veloci nel confronto di numeri Arabi e nel confronto di insiemi, nell'enumerazione di piccoli insiemi e nella risoluzione di sottrazioni con entrambi i termini inferiori a 10. Per quanto lo studio abbia limiti sia per la metodologia sperimentale che per il numero di partecipanti, il gioco dimostra di avere il potenziale per migliorare le abilità numeriche dei bambini.

Attualmente numerosi studi stanno valutando l'efficacia del gioco in modo più rigoroso con bambini sia con che senza difficoltà in matematica. In particolare, due studi hanno mostrato che il gioco rafforza il legame tra numeri Arabi e quantità numeriche in bambini prescolari (dai 4 ai 6 anni) di livello socio-economico basso (Wilson, Dehaene, Dubois e Fayol, 2009; Räsänen, Salminen, Wilson, Aunio e Dehaene 2009). Si noti che il livello socio-economico influisce significativamente sul successo scolastico in matematica. Il gioco è quindi uno strumento valido per rafforzare le competenze numeriche di base preparando i bambini alla scuola primaria e fornendogli una base sicura sulla quale costruire i concetti aritmetici futuri. Un nostro studio attualmente in corso sta valutando l'effetto del gioco su un gruppo di bambini italiani al momento dell'ingresso nella scuola primaria.



Tabella 1: Tratta e tradotta da Wilson e Dehaene (2006).

Livello	Formato di presentazione			Intervallo Piccolo (1-5)	Dissolvenza dei Pallini	Trappole	Addizioni	Sottrazioni	Obiettivi
	Pallini	Parola Numero	Numero Arabo						
1	Si	No	No	Si	No	No	No	No	Elaborazione di piccole quantità non simboliche
2	Si	No	No	No	No	No	No	No	Elaborazione di grandi quantità non simboliche
3	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No	Appaiare le piccole quantità non simboliche al formato simbolico
4	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	Appaiare le grandi quantità non simboliche al formato simbolico
5	Si	Si	Si	No	Si (4 sec)	No	No	No	Affidarsi progressivamente al formato simbolico
6	Si	Si	Si	No	Si (1 sec)	No	No	No	Automatizzare l'utilizzo del formato simbolico
7	No	Si	Si	No	No	No	No	No	Utilizzare unicamente il formato simbolico verbale e scritto
8	No	No	Si	No	No	No	No	No	Utilizzare unicamente il formato Numero Arabo
9	No	No	Si	No	No	Si	No	No	Prestare attenzione al valore esatto
10	No	No	Si	Si	No	Si	Si	No	Comprensione delle addizioni piccole
11	No	No	Si	No	No	Si	Si	No	Comprensione delle addizioni più grandi
12	No	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Comprensione delle sottrazioni piccole
13	No	No	Si	No	No	Si	No	Si	Comprensione delle sottrazioni più grandi
14	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Distinguere tra addizioni e sottrazioni

Note: Nell'*Intervallo Piccolo* le quantità presentate sono entrambi inferiori a cinque.

La *Dissolvenza dei Pallini* indica che gli insiemi di pallini sono presentati per una durata limitata di tempo, lasciando posto al numero arabo stimolando l'utilizzo del formato simbolico per risolvere il compito.

Le *Trappole* sono poste sul tabellone e il bambino deve evitarle per non tornare in dietro di una o più caselle.

Delle *Addizioni* e *Sottrazioni* sono presentate al posto di valori unici forzando il bambino a risolvere l'operazione per proseguire.

## NOTE:

1 - Il videogioco è gratuito e rilasciato sotto una GNU General Public Licence che ne proibisce la vendita per scopi di lucro.

## Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato dalla Fondazione CARIPARO (Progetti di Eccellenza 2008 a M.Z.). Gli autori ringraziano Nicoletta Perini per aver prestato la voce al personaggio femminile. La corrispondenza va inviata a Prof. Marco Zorzi, Dipartimento di Psicologia Generale, via Venezia 8, 35131 Padova, e-mail: [marco.zorzi@unipd.it](mailto:marco.zorzi@unipd.it) oppure alla Dott.ssa Ilaria Berteletti, Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione, e-mail: [ilaria.berteletti@gmail.com](mailto:ilaria.berteletti@gmail.com)

## Bibliografia

Berch D.B. (2005), *Making Sense of Number Sense: Implications for Children With Mathematical Disabilities*, "Journal of Learning Disabilities", vol. 38, pp. 333-339.

Berteletti I., Piazza M., Lucangeli D., Dehaene S., e Zorzi M. (2010), *Numerical estimation in preschoolers*, "Developmental Psychology", vol. 46 (2), pp. 545-551.

Butterworth B. (2010), *Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia*, "Trends in Cognitive Sciences", vol. 14(12), pp. 534-541.

Dehaene S. (1992), *Varieties of Numerical Representations*, "Cognition", vol. 44, pp.1-42.

Dehaene S. (1997), *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Oxford: Oxford University Press.

Dehaene S., Bossini S. e Giraux P. (1993), *The mental representation of parity and number magnitude*, "Journal of Experimental Psychology: General", vol. 122, pp. 371-396.

Dehaene S. e Cohen L. (1995), *Towards an anatomical and functional model of number processing*, "Mathematical Cognition", vol. 1, pp. 83-120.

Gersten R., e Chard D. (1999), *Number Sense: Rethinking Arithmetic Instruction for Students with Mathematical Disabilities*, "Journal of Special Education" vol. 33, pp. 18.

Gersten R., Jordan N.C. e Flojo J.R. (2005), *Early Identification and Interventions for Students With Mathematics Difficulties*, "Journal of Learning Disabilities", vol. 38, pp. 293-304.

Ginsburg H.P. (1997), *Mathematics Learning Disabilities: A View from Developmental Psychology*, "Journal of Learning Disabilities", vol. 30, pp. 20-33.

Griffin S.A. (2004), *Building number sense with Number Worlds: a mathematics program for young children*, "Early Child Research Quarterly", vol. 19 pp. 173-180.

Gross-Tsur V., Manor O. e Shalev R. S. (1996), *Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features*, "Developmental Medicine and Child Neurology", vol. 38, pp. 25-33.

Hubbard E.M., Piazza M., Pinel P. e Dehaene S. (2005), *Interactions between number and space in parietal cortex*, "Nature Reviews Neuroscience", vol. 6 pp. 435-448.

- Jordan N.C. e Montani T.O. (1997), *Cognitive arithmetic and problem solving: A comparison and children with specific and general mathematics difficulties*, "Journal of Learning Disabilities", vol. 30, pp. 624-634.
- Landerl K., Bevan A. e Butterworth B. (2004), *Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8-9-year-old students*, "Cognition", vol. 93, pp. 99-125.
- Lucangeli D. e Tressoldi P.E. (2001), *La discalculia evolutiva*, "Psicologia Clinica dello Sviluppo", vol. 5(2), pp. 147-167.
- Lucangeli D. e Pedrabissi L. (1997), *Componenti cognitivo-motivazionali del successo in matematica: un'indagine esplorativa*, "Ricerche di Psicologia", vol. 3(21), pp. 59-74.
- Merzenich MM, Jenkins WM, Johnston P, Schreiner C, Miller SL, e Tallal P (1996), *Temporal Processing Deficits of Language-Learning Impaired Children Ameliorated by Training*, "Science", vol. 271, pp. 77-81.
- Moyer R.S. e Landauer T.K. (1967), *Time Required for Judgments of Numerical Inequality*, "Nature", vol. 215, pp. 1519-1520.
- Piazza M., Facoetti A., Trussardi A.N., Berteletti I., Conte S., Lucangeli D., Dehaene S. and M. Zorzi (2010), *Developmental trajectory of number acuity reveals a severe impairment in developmental dyscalculia*, "Cognition", vol. 116(1), pp. 33-41.
- Ramani G.B. e Siegler R.S. (2008), *Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games*, "Child Development", vol. 79(2), pp. 375-394.
- Räsänen P., Salminen J., Wilson A. J., Aunio P. e Dehaene, S. (2009), *Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills*, "Cognitive Development", vol. 24, pp. 450-472.
- Rousselle L. e Noël M. P. (2007), *Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs. non-symbolic number magnitude processing*, "Cognition", vol. 102, pp. 361-395.
- Sekuler R. e Mierkiewicz D. (1997), *Children's judgments of numerical inequality*, "Child Development", vol. 48, pp. 630-633.
- Shalev R. S. e Gross-Tsur V. (2001), *Developmental dyscalculia*, "Pediatric Neurology", vol. 24(5), pp. 337-342.
- Stoianov I. e Zorzi M. (2012), *Emergence of a 'visual number sense' in hierarchical generative models*, "Nature Neuroscience", vol. 15, pp. 194-196.
- Temple E., Deutsch G.K., Poldrack R.A., Miller S.L., Tallal P., Merzenich M.M. e Gabrieli J.D. (2003), *Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by*

*behavioral remediation: evidence from functional MRI*, "PNAS", vol. 100, pp. 2860-2865.

Vygotsky L.S. (1978), *Mind in society: The development of higher psychological processes*, Cambridge (MA), Harvard University Press.

Wilson A. J., Dehaene S., Dubois, O. e Fayol, M. (2009), *Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children*, "Mind, Brain and Education", vol. 3(4), pp. 224-234.

Wilson A. J., Dehaene S., Pinel P., Revkin S. K., Cohen L. e Cohen, D. (2006), *Principles underlying the design of "the number race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia*, "Behavioral and Brain Functions", vol. 2(19).

Wilson A. J., Revkin S. K., Cohen D., Cohen L. e Dehaene, S. (2006), *An open trial assessment of "the number race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia*, "Behavioral and Brain Functions", vol. 2(20).

Zorzi M. (2004), *La rappresentazione mentale dei numeri: neuropsicologia dell'intelligenza numerica*, "Difficoltà in Matematica", vol. 1, pp. 57-70.

Zorzi, M., Berteletti, I., e Lucangeli, D. (2010). *Modelli neuropsicologici e basi neurali della cognizione numerica*. In D. Lucangeli e I. Mammarella (a cura di), *Psicologia della cognizione numerica*, Milano, Franco Angeli.

Zorzi M., Priftis K. e Umiltà C. (2002), *Neglect disrupts the mental number line*, "Nature", vol. 417, pp. 138-139.