

## Lo studio delle funzioni esecutive nel ritardo mentale e nelle difficoltà di apprendimento

**Lucio Cottini**

Università di Udine

**Valeria Betti**

Centro socio-educativo "Francesca" di Urbino

### Riassunto

L'esecutivo centrale è una componente della memoria di lavoro che svolge funzioni attentive, di controllo e di decisione e che quindi riveste grande rilevanza quando si devono affrontare situazioni nuove, pianificare strategie, prendere decisioni. Nel presente lavoro è stato studiato il funzionamento di tale componente in soggetti con ritardo mentale e con difficoltà di apprendimento. La procedura sperimentale utilizzata è stata quella del compito doppio, nella quale si controlla come un compito secondario non di velocità possa rallentare uno primario di velocità. L'effetto interferenza viene attribuito all'entrata in funzione dell'esecutivo centrale, il quale deve mettere in sequenza le due azioni.

I risultati hanno dimostrato una interferenza maggiore nei soggetti con ritardo mentale e con difficoltà di apprendimento in confronto ai soggetti di controllo a sviluppo tipico, a dimostrazione di un funzionamento carente dell'esecutivo centrale. Questo effetto è stato rilevato sia con stimoli di tipo fonologico, confermando in questo modo sperimentazioni precedenti, che visuo-spaziali.

### Abstract

The central executive is a component of working memory, responsible for attentive functions, control processes and decision making; therefore it becomes evident when confronted with new situations, planning strategies and decision making. Functioning of central executive has been studied on subjects with mental retardation and learning disabilities. The experiment procedure used a double task. In this condition the slower secondary task can slow down a primary faster one. The interference effect is attributed to the incoming functioning of the central executive which has to put the two actions in order.

Results showed a higher interference with those who were mentally retarded and learning impaired, compared with subjects with typical development. This indicates an impaired functioning of the central executive. This effect emerged both with phonological stimuli (confirming literature experiments) and visual-spacial stimuli.

Quando si parla di funzioni esecutive ci si riferisce al ruolo svolto dall'*esecutivo centrale* (Baddeley, 1986) come sistema della memoria di lavoro che svolge funzioni attentive, di controllo e di decisione e che agisce come anello fra due sistemi periferici necessari per la processazione di particolari tipologie di informazione: il primo specializzato nell'elaborazione di materiale linguistico, definito *loop articolatorio* e il secondo deputato alla gestione di materiale visuo-spaziale, definito *taccuino visuo-spaziale* (Baddeley, 1990).

Il funzionamento dell'esecutivo centrale è stato descritto in un modello proposto da Norman e Shallice (1986) e perfezionato in seguito da Shallice (1988, 1994). Secondo tale modello, la maggior parte delle attività sarebbe controllata da schemi,

cioè insiemi di azioni che, una volta innescate dalla comparsa di stimoli appropriati, sarebbero eseguite automaticamente. Quando due o più schemi d'azione vengono attivati contemporaneamente entrano in conflitto fra loro, con il risultato che uno tenderà a inibire l'altro. Questo meccanismo di selezione di schemi abituali viene definito *contention scheduling* (catalogazione competitiva) ed è in grado di intervenire nella regolazione di attività abitudinarie. Oltre a questo meccanismo di regolazione semiautomatico, esiste un sistema superiore di controllo volontario e consapevole, denominato *sistema attentivo supervisore* (SAS). Il SAS, che ha accesso alla rappresentazione dell'ambiente, alle capacità cognitive e alle intenzioni del soggetto, non opera controllando direttamente il comportamento,

ma modulando i livelli inferiori del sistema di catalogazione delle decisioni attraverso l'attivazione o l'inibizione di schemi particolari (Shallice, 1994). Questo livello di controllo è necessario quando si debbono affrontare situazioni nuove, prendere decisioni volontarie o pianificare strategie, quando cioè una selezione abituale delle azioni o dei pensieri può risultare insoddisfacente per il raggiungimento dello scopo (Cottini e Nicoletti, 2005).

Questo studio sperimentale utilizza il paradigma del compito doppio messo a punto da Umiltà e collaboratori per lo studio delle funzioni esecutive (Umiltà, Nicoletti, Simion Tagliabue e Bagnara, 1992; vedi anche Tagliabue, Simion, Umiltà e Bonomo, 1994 e Tagliabue, Umiltà, Simion e Borsoi, 1998) e rappresenta la prosecuzione di una recente ricerca su soggetti con ritardo mentale e difficoltà di apprendimento che ha aperto interessanti prospettive di studio (Cottini e Nicoletti, 2005).

### Il paradigma sperimentale del compito doppio

Il paradigma sperimentale del compito doppio si compone di due differenti condizioni. Nella prima, denominata "compito singolo", i soggetti devono rispondere premendo un pulsante a destra o uno a sinistra in relazione alla posizione destra o sinistra di una coppia di stimoli presentati sullo schermo di un computer. Nella seconda condizione sperimentale, denominata "compito doppio", oltre a effettuare la prestazione descritta, i soggetti devono anche rispondere a una domanda sugli stimoli presentati (es., se vengono presentate due lettere, il quesito può riguardare la loro uguaglianza o diversità). È importante sottolineare che nella condizione di "compito doppio" i soggetti vengono espressamente istruiti a emettere *prima* la risposta al primo compito e soltanto *dopo* la risposta al secondo compito. Sia nella prima condizione (compito singolo), che nella seconda (compito doppio), vengono misurati soltanto i tempi di risposta al primo compito, cioè la discriminazione spaziale destra-sinistra dello stimolo. Il tempo di presentazione degli stimoli, poi, è tale da permettere di eseguire i due compiti in maniera seriale (prima l'uno e poi l'altro) come richiesto dalle istruzioni. Scopo di questo particolare paradigma sperimentale è quello di verificare se l'esecuzione di un secondo compito può in qualche modo interferire sull'esecuzione del primo. Sorprendentemente, i risultati derivati dall'applicazione del paradigma hanno messo in luce che nella condizione di compito doppio le risposte al primo compito (discriminazione spaziale destra-sinistra) erano significativamente più lente delle stesse risposte effettuate nella condizione di compito singolo. Gli autori hanno attribuito il rallentamento dei tempi di reazione (TR) all'intervento dell'esecutivo centrale, indispensabile per l'esecuzione di più compiti in sequenza. Più in particolare, gli autori hanno sostenuto

che quando i soggetti devono eseguire soltanto il primo compito, la decisione da prendere è una sola e cioè quella di fornire l'unica risposta richiesta, quella di discriminazione spaziale destra-sinistra. Quando invece i soggetti devono effettuare il compito doppio, le decisioni da prendere diventano tre: a) decisione di eseguire un compito prima dell'altro (sequenzializzazione); b) decisione di eseguire la prima risposta (discriminazione destra-sinistra); c) decisione di eseguire la seconda risposta (discriminazione uguale-diverso). Nella spiegazione degli autori (Umiltà et al., 1992) la decisione di effettuare la prima risposta richiede l'accesso all'esecutivo centrale nel momento in cui è già occupato dalla decisione precedente (sequenzializzazione delle due risposte) e deve quindi essere posticipata determinando così un ritardo nella prestazione. Questo effetto di interferenza (TR più lunghi nella condizione di compito doppio rispetto alla condizione di compito singolo) è stato rilevato sia su soggetti in età evolutiva (Tagliabue et al., 1994; Umiltà et al., 1992), che su soggetti adulti (Rubichi, Neri e Nicoletti, 1999), che su soggetti affetti da ritardo mentale e disturbi di apprendimento (Cottini e Nicoletti, 2005).

### Il funzionamento dell'esecutivo centrale nei soggetti con ritardo mentale e difficoltà di apprendimento

Come abbiamo messo in evidenza nel precedente studio sullo stesso argomento, l'esecutivo centrale rappresenta la componente della memoria di lavoro meno indagata a livello sperimentale. Questa constatazione risalta in maniera ancora più evidente esaminando la letteratura riferita ai soggetti con ritardo mentale e a quelli con difficoltà di apprendimento. Per quanto riguarda il ritardo mentale, sono stati presi in considerazione soprattutto soggetti affetti dalla sindrome di Down evidenziando, in generale, carenze molto consistenti a livello della memoria di lavoro. Più specificamente, vanno sottolineati alcuni studi sulle componenti accessorie della memoria di lavoro come il loop fonologico (Marcell, Harvey e Cothran, 1988) e il taccuino visuo-spaziale (Ellis, Woodley-Zanthos e Dulaney, 1989; Zucco, Tessari e Soresi, 1995). Questi autori mettono in risalto carenze molto consistenti e in grado di condizionare l'apprendimento in maniera determinante.

Anche gli studi che hanno preso in considerazione soggetti con difficoltà di apprendimento tendono a evidenziare in maniera sistematica deficit specifici nelle componenti accessorie della memoria di lavoro (Martin, Jerger e Breedin, 1987; Siegel e Ryan, 1989; Swanson, Cochran e Ewers, 1990; Swanson, 1992, 1994).

Nel nostro studio (Cottini e Nicoletti, 2005) condotto con il paradigma del compito doppio, al quale abbiamo fatto cenno a più riprese, sono stati coinvolti in due specifiche condizioni sperimentali soggetti con ritardo mentale, difficoltà di apprendi-

mento e soggetti di controllo a sviluppo tipico. Nella prima condizione i soggetti dovevano premere il più velocemente possibile il tasto "z" della tastiera del computer se lo stimolo rappresentato da due lettere compariva a sinistra del punto di fissazione centrale o il tasto "-" se compariva a destra. Nel compito doppio veniva ripetuta la stessa situazione, ma in questo caso i soggetti, dopo aver premuto il tasto di risposta, dovevano anche dire se le lettere che componevano lo stimolo erano tra loro uguali o diverse.

I risultati hanno evidenziato un effetto di interferenza del compito secondario su quello primario molto più consistente nei gruppi patologici che nei gruppi di controllo. Questo riscontro consente di ipotizzare un funzionamento carente dell'esecutivo centrale, chiamato a pianificare la sequenza delle azioni da effettuare. Un elemento di problematicità messo in evidenza nella discussione dei risultati era rappresentato dal fatto che il compito prevedeva stimoli con alta componente fonologica, andando a incidere in un ambito sicuramente problematico sia per i soggetti con ritardo mentale, che con disturbi di apprendimento (che manifestavano difficoltà soprattutto a livello lessicale e grafico). Questo fatto ha sollevato il dubbio che il ritardo nel compito doppio potesse essere dovuto al fatto di dover rispondere a un quesito che riguardava le lettere, piuttosto che a deficit specifici a livello dell'esecutivo centrale.

Questa incertezza interpretativa ci ha portato a pianificare un ulteriore esperimento nel quale i compiti singoli e doppi sono sia di tipo fonologico che visuo-spaziale.

## La ricerca

### Soggetti

Sono stati presi in considerazione nella ricerca tre gruppi di soggetti:

- n. 12 soggetti con ritardo mentale organico (RM), di età compresa fra 16 e 28 anni e QI medio di 43,5, frequentanti il Centro Socio-educativo "Francesca" di Urbino;
- n. 12 soggetti con difficoltà di apprendimento (DA), di età compresa fra 7 e 13 anni e QI nella norma, iscritti al Servizio psicopedagogico per l'età evolutiva "La Scuola per Tutti" di Urbino;
- n. 12 soggetti di controllo (CONT), di età compresa fra 7 e 13 anni, con le medesime caratteristiche del gruppo DA per quanto riguarda i criteri di età e di sesso.

### Tipologia dei compiti sperimentali

Sono stati predisposti due compiti, denominati rispettivamente compito singolo e compito doppio, che prevedevano la manipolazione di stimoli diversi.

*Compito singolo fonologico.* Ai soggetti veniva presentata ogni tre secondi una coppia di lettere a

destra o a sinistra dello schermo del computer, una delle quali in stampato maiuscolo, l'altra in corsivo, suddivise numericamente in tre tempi: le prime sedici lettere costituivano un "momento di prova" dove al soggetto si cercava di far comprendere il funzionamento del compito, con le successive trentasette lettere il soggetto terminava la prima parte della prova potendosi così permettere una pausa di lavoro, infine con le ultime trentacinque lettere il soggetto terminava la prova. Il tutto veniva eseguito attraverso la consegna di premere il più velocemente possibile il tasto "z" se la lettera compariva a sinistra dello schermo o il tasto "-" se compariva a destra.

*Compito singolo visuo-spaziale.* Ai soggetti veniva presentata ogni tre secondi una coppia di stimoli formata da un rettangolo e un cerchio a destra o a sinistra dello schermo del computer, suddivisi numericamente in tre tempi come per il compito precedente (momento di prova, prima prova, prova finale). La consegna era sempre quella di premere il più velocemente possibile il tasto "z" se gli stimoli comparivano a sinistra dello schermo o il tasto "-" se comparivano a destra;

*Compito doppio fonologico.* Si presentava la stessa situazione sperimentale prevista per il compito singolo. La differenza, in questo caso, era rappresentata dal fatto che i soggetti dovevano, una volta premuto il tasto, dire se le lettere presentate erano uguali o diverse;

*Compito doppio visuo-spaziale.* Si presentava la stessa situazione sperimentale prevista per il compito singolo. La differenza, in questo caso, era rappresentata dal fatto che i soggetti dovevano, una volta premuto il tasto, dire se il cerchio era al di sopra o al di sotto del rettangolo.

Sia nel compito singolo che nel compito doppio, veniva calcolato il tempo di reazione medio al primo compito e il numero di errori spaziali commessi dai soggetti. Nel compito doppio venivano rilevati anche gli errori di riconoscimento delle lettere (uguale/diverso) e del posizionamento spaziale delle figure (sopra/sotto). L'obiettivo perseguito dal compito doppio era quello di verificare se un compito secondario, non di velocità, può rallentare un compito primario di velocità, in confronto alla condizione nella quale i soggetti debbono solo eseguire il primo compito. L'eventuale effetto interferenza del compito verbale su quello manuale, come già detto, viene attribuito all'intervento dell'esecutivo centrale, indispensabile per l'esecuzione in sequenza dei compiti.

### Condizione dell'esperimento

Tutti i soggetti sono stati presi singolarmente dalle rispettive aule di insegnamento e accompagnati nella stanza prescelta per lo svolgimento tranquillo e senza interruzioni della prova. Una volta seduti si assicurava il soggetto sulla semplicità del compito, facendo insieme delle "prove esempio" per facilitarne l'esecuzione successiva. Si è consta-

tato che tutti i soggetti si sono impegnati attivamente nello svolgimento della prova trovandola molto divertente.

**Risultati e commenti**

Si è deciso di analizzare i due compiti (fonologico e visuo-spaziale) separatamente, per poterne cogliere maggiormente le differenze.

Il primo preso in considerazione è il compito fonologico: è stata effettuata una ANOVA a due vie prendendo in considerazione le due variabili indipendenti di cui una *between* rappresentata dai soggetti (RM, DA e CONT) e una *within* rappresentata dalla tipologia del compito (singolo/doppio). I riscontri, riportati in figura 1, evidenziano che esiste una differenza significativa per quanto riguarda la variabile soggetti, la variabile compito e l'interazione fra variabili.

Il grafico che segue mostra visivamente la differenza rilevata fra compito singolo e compito doppio per i tre gruppi di soggetti.

È molto interessante notare come l'effetto di interferenza del compito doppio sul singolo sia superiore nel gruppo con ritardo mentale e in quello con difficoltà di apprendimento in confronto ai soggetti di controllo. Questo effetto è perfettamente in sintonia con i risultati ottenuti da Cottini e Nicoletti (2005) e sembra documentare un deficit specifico a livello dell'esecutivo centrale.

Anche per analizzare i risultati ottenuti dai soggetti nel compito visuo-spaziale abbiamo utilizzato la stessa procedura seguita per il compito fonologico: è stata effettuata una ANOVA a due vie, prendendo in considerazione le due variabili indipendenti di cui una *between* rappresentata dai soggetti (RM, DA e CONT) e una *within* rappresentata dal-

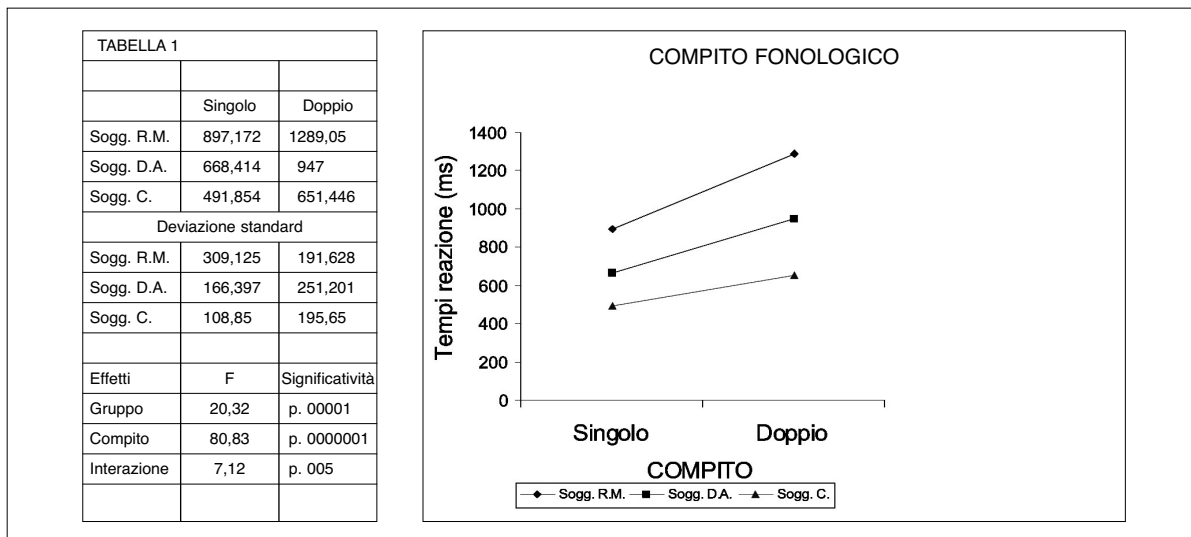


Figura 1. Analisi del compito fonologico.

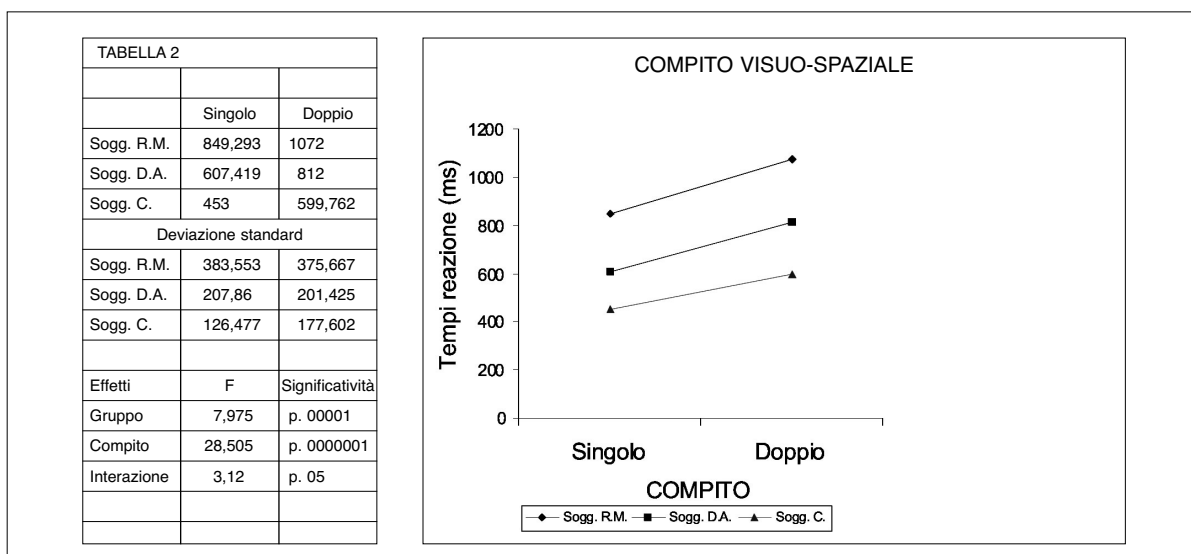


Figura 2. Analisi del compito visuo-spaziale.

la tipologia del compito (singolo/doppio). I riscontri evidenziano, anche in questo caso, che esiste una differenza significativa per quanto riguarda la variabile soggetti, la variabile compito, e l'interazione fra le due variabili. Il grafico relativo all'analisi del compito visuo-spaziale (figura 2) mostra visivamente la differenza rilevata fra compito singolo e compito doppio per i tre gruppi di soggetti.

Si evidenzia una situazione simile a quella relativa al compito fonologico, anche se i tempi fatti registrare al compito singolo sono più bassi e l'effetto interferenza è di minore entità.

Il primo commento generale dei dati della sperimentazione porta a confermare e avvalorare ulteriormente l'utilità del protocollo sperimentale del compito doppio per studiare la funzionalità dell'esecutivo centrale anche con soggetti disabili e con difficoltà d'apprendimento. Il dover sequenziare delle azioni determina effettivamente un ritardo superiore in confronto ai soggetti di controllo a sviluppo tipico, a dimostrazione di una funzionalità minore nei processi di controllo strategici in questi soggetti. Questo risultato non può essere attribuito a una carente comprensione del compito nei gruppi RM e DA. È stata effettuata, infatti, una ANOVA con un solo fattore (Gruppo a tre livelli: RM, DA e CONT) sugli errori commessi dai soggetti nelle risposte sulla discriminazione spaziale degli stimoli e nelle risposte all'identità dello stimolo e alla loro collocazione sopra-sotto (per effettuare l'analisi statistica sono stati sommati tutti questi errori spaziali). Tale analisi non ha evidenziato alcuna differenza significativa fra i gruppi.

Venendo poi alla finalità specifica del presente studio, si deve sottolineare come il maggiore effetto di interferenza del compito secondario su quello primario per i gruppi patologici non sia dipendente dalla tipologia del compito, manifestandosi di fatto, sia con stimoli fonologici, che visuo-spaziali. Nel compito visuo-spaziale migliorano le prestazioni di tutti i gruppi su entrambi i compiti e si riduce l'effetto interferenza (soprattutto per il gruppo con ritardo mentale), ma la situazione generale rimane inalterata.

Si deve concludere, quindi, che la funzionalità del sistema esecutivo centrale risulta significativamente meno efficiente nei soggetti RM e in quelli DA. Questa constatazione, sicuramente prevedibile per il gruppo RM in considerazione del deficit cognitivo generale, appare meno scontata per i soggetti DA, in quanto non può essere spiegata né con l'età, né con il livello intellettuale. I soggetti del gruppo di controllo, infatti, erano equiparati a quelli del gruppo DA per questi due parametri e per il sesso. Ne deriva, quindi, che il deficit nei processi esecutivi deve essere opportunamente considerato a livello eziologico e messo in primo piano nella progettazione di interventi riabilitativi.

## Bibliografia

- Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press. (Trad. it. *La memoria di lavoro*. Milano: Cortina, 1990).
- Baddeley, A. (1990). *Human Memory. Theory and Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (Trad. it. *La memoria umana*. Bologna: Il Mulino, 1992).
- Cottini, L., & Nicoletti, R. (2005). Le funzioni esecutive nel ritardo mentale e nelle difficoltà di apprendimento. *Psicologia Clinica e dello Sviluppo*, 9, 1, 69-84.
- Ellis, N., Deacon, J., & Wooldridge, P. (1985). Structural memory deficit of mentally retarded persons. *American Journal of Mental Deficiency*, 4, 393-402.
- Ellis, N., Woodley-Zanthos, P., & Dulaney, C. (1989). Memory for spatial location in children, adults and mentally retarded persons. *American Journal of Mental Deficiency*, 5, 521-528.
- Marcell, M.M., Harvey, C.F., & Cothran, L.P. (1988). An attempt to improve auditory short-term memory in Down's syndrome individuals through reducing distraction. *Research in Developmental Disabilities*, 9, 4, 405-417.
- Marcell, M.M., & Weeks, S.L. (1988). Short-term memory difficulties and Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*, 32, 2, 153-162.
- Martin, R.C., Jerger, S. & Breedin, S. (1987). Syntactic processing of auditory and visual sentences in a learning-disabled child: Relation to short-term memory. *Developmental Neuropsychology*, 3, 2, 129-152.
- Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz e D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self relation*. New York: Plenum Press.
- Rubichi, S., Neri, M., & Nicoletti, R. (1999). Age related slowing of control processes: Evidence from a response coordination task. *Cortex*, 35, 573-582.
- Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge: Cambridge University Press. (Trad. it., *Neuropsicologia e struttura della mente*. Bologna: Il Mulino, 1990).
- Shallice, T. (1994). Multiple level of control processes. In C. Umiltà e M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance*. Cambridge: MIT press.
- Siegel, L., & Ryan, E.B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60, 4, 973-980.
- Swanson, H.L. (1992). Generality and modifiability of working memory among skilled and less skilled readers. *Journal of Educational Psychology*, 84, 4, 473-488.
- Swanson, H.L. (1994). Short-term memory and working memory: Do both contribute to our understanding of academic achievement in children and adults with learning disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, 27, 1, 34-50.
- Swanson, H.L., Cochran, K.F., & Ewers, C.A. (1989). Working memory in skilled and less skilled readers. *Journal of Abnormal Psychology*, 17, 2, 145-156.
- Swanson, H.L., Cochran, K.F., & Ewers, C.A. (1990). Can learning disabilities be determined from working memory performance? *Journal of Learning Disabilities*, 23 (1), 59-67.
- Tagliabue, M.E., Simion, F., Umiltà, C., & Bonomo, B. (1994). Lo sviluppo delle funzioni esecutive. *Giornale Italiano di Psicologia*, 21, 4, 645-663.

- Tagliabue, M.E., Umiltà, C., Simion, F., & Borsoi, C. (1998). Componenti delle funzioni esecutive: un confronto tra il Wisconsin Card Sorting Test ed il doppio compito. *Psicologia Clinica e dello Sviluppo*, 1, 25-49.
- Umiltà, C. (1988). The control operation of consciousness. In A.J. Marcel e E. Bisiach (Eds), *Consciousness in contemporary science*. Oxford: Clarendon Press.
- Umiltà, C., Nicoletti, R., Simion, F., Tagliabue, M.E., & Bagnara, S. (1992). The cost of strategy. *European Journal of Cognitive Psychology*, 4, 21-40.
- Vallar, G., & Papagno, C. (1993). Preserved vocabulary acquisition in Down's syndrome: The role of phonological short-term memory. *Cortex*, 29, 3, 467-483.
- Zucco, G.M., Tessari, A., & Soresi, S. (1995). Remembering spatial location: Effects of material and intelligence. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 2, 499-503.
- 
- Gli autori ringraziano i Proff. Roberto Nicoletti e Sandro Rubichi per la possibilità offerta di sviluppare sperimentazioni utilizzando il software di gestione del paradigma sperimentale del compito doppio e per il supporto fornito nella ricerca.
- Per contattare gli autori, scrivere a Lucio Cottini, Facoltà di Scienze della Formazione, Università di Udine, Via Petracco, 8, 33100 Udine.  
E-mail: lucio.cottini@uniud.it