

Sulle interazioni tra sistemi di memoria nel dominio verbale

On the interactions between memory systems in the verbal domain

Angelo Barone¹, Luigi Trojano¹

1. Dipartimento di Psicologia, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Caserta

Abstract

Secondo i modelli teorici prevalenti, i processi e i meccanismi neurali implicati nella memoria a breve termine (MBT) e nella memoria a lungo termine (MLT) sono separati. In questo articolo si passano in rassegna, invece, le principali evidenze che sottolineano le possibili interazioni tra MBT e MLT nel dominio verbale. Tali evidenze suggeriscono una visione più complessa e dinamica della dicotomia tra le due componenti della memoria e, secondo alcuni autori, possono fornire un sostegno a modelli di memoria non basati sulla netta distinzione tra MBT e MLT. Anche tali modelli, tuttavia, presentano aspetti critici. Pertanto, i modelli multicomponentiali della memoria rappresentano ancora il riferimento teorico più solido, ma gli effetti ampi e pervasivi delle variabili lessicali e semantiche sulle prestazioni di richiamo seriale immediato e, d'altro lato, i contributi della MBT alla MLT nel dominio verbale rappresentano una sfida teorica ancora irrisolta.

Parole chiave: memoria a breve termine verbale, memoria a lungo termine, sviluppo del vocabolario, span di memoria

Autore responsabile per la corrispondenza: Angelo Barone, Dipartimento di Psicologia, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Caserta. E-mail: angelobarone@mail.com

Abstract

According to common theoretical models, the processes and the neural mechanisms implied in short-term memory (STM) and in long-term memory (LTM) are distinct from each other. This paper will review the main lines of evidence about the interactions between STM and LTM in the verbal domain. Such evidence suggests a complex and dynamic view on the dichotomy of the memory systems, and, according to several authors, it can even support alternative models not foreseeing a clearcut distinction between STM and LTM. Such models however still present unsettled aspects. Therefore, multicomponential memory systems remain the most solid theoretical perspective, but the wide effects of lexical and semantic variables on immediate serial recall and the contribution of STM to verbal learning still represent an open theoretical question.

Keywords: verbal short-term memory, long-term memory, vocabulary development, memory span

La natura multicomponenziale della memoria

Originariamente basata sull'introspezione (James, 1890), l'ipotesi della dissociabilità delle componenti di memoria a breve termine (MBT) e memoria a lungo termine (MLT) è ormai diventata un presupposto fondamentale della moderna psicologia cognitiva. Prima di raggiungere questa posizione, però, l'opinione maggiormente condivisa nell'ambito della psicologia sperimentale era quella di un sistema di memoria unitario (Ebbinghaus, 1964). Il passaggio da una prospettiva all'altra è stato in gran parte determinato dallo studio di pazienti con lesione cerebrale. Un cospicuo numero di studi ha riportato casi di doppia dissociazione che sostengono una visione multicomponenziale della memoria secondo cui esistono sistemi funzionalmente e neurobiologicamente distinti. Nei pazienti amnesici un danno temporale mediale o diencefalico si associa tipicamente a un deficit di memoria a lungo termine legato alla difficoltà di apprendimento e di rievocazione di informazioni (Squire et al., 2004). Gli stessi pazienti, però, non presentano deficit equivalenti in compiti basati su paradigmi di memoria a breve termine, mostrando una preservata capacità di ricordare una quantità limitata di informazioni per un breve periodo di tempo (Baddeley & Warrington, 1970; Cave & Squire, 1992; Drachman & Arbit, 1966; Scoville & Milner, 1957; Wilson & Baddeley, 1988). D'altra parte, invece, si osservano pazienti con un profilo cognitivo totalmente opposto, frequentemente associato a un danno delle regioni perisilviane dell'emisfero sinistro. Tali pazienti manifestano una conclamata riduzione della capacità di memoria immediata (span), nella sua componente uditivo-verbale, e un relativo risparmio della capacità di apprendere in maniera stabile e rievocare informazioni (Basso et al., 1982; Shallice & Vallar, 1990; Trojano et al., 1992; Vallar & Baddeley, 1984; Vallar et al., 1997; Vallar & Papagno, 1995; Vallar et al., 1991; Warrington et al., 1971).

L'insieme dei dati neuropsicologici raccolti sulla questione della doppia dissociazione tra memoria a breve e a lungo termine rappresenta, allo stato, una cornice di riferimento teorica che guida la maggior parte delle ricerche sulle abilità mnesiche, spingendo gli studiosi ad accettare l'esistenza di meccanismi di immagazzinamento distinti.

La distinzione di due sistemi di memoria responsabili rispettivamente dell'archiviazione a breve e a lungo termine era già prevista dal modello modale proposto da Atkinson e Shiffrin (1968). Questo modello assumeva l'esistenza di tre tipi distinti di memoria. Si riteneva che il primo tipo di memoria consistesse in registri sensoriali dai quali le informazioni percepite potessero essere trasmesse, attraverso una selezione operata da processi attenzionali, a un secondo tipo di memoria, un magazzino a breve termine. Da qui le informazioni potevano essere trasferite in un magazzino di memoria a lungo termine, grazie a un processo di reiterazione; secondo il modello, la probabilità di un elemento di essere trasferito nel magazzino a lungo termine era tanto maggiore quanto più a lungo quell'elemento era stato mantenuto nel magazzino a breve termine. Negli anni successivi il modello modale è stato oggetto di discussione, soprattutto sulla base dell'osservazione di pazienti con un selettivo deficit della memoria immediata verbale che mostravano, tuttavia, preservate capacità di apprendimento verbale (Basso et al., 1982; Shallice & Vallar, 1990; Trojano et al., 1992; Vallar & Baddeley, 1984; Vallar et al., 1997; Vallar & Papagno, 1995; Vallar et al., 1991; Warrington et al., 1971). Questo profilo cognitivo non era coerente con la struttura seriale del modello, e suggeriva che la memoria a breve termine non fosse necessariamente coinvolta nella formazione della memoria a lungo termine, fornendo un sostegno a modelli multicomponenziali che ipotizzavano una netta separazione tra MBT e MLT e una organizzazione non seriale.

Probabilmente uno dei modelli multicomponenziali della memoria più influenti nasce dai fondamentali contributi di Schacter e Tulving (1994), che descrivono la memoria come fondata su sistemi cognitivi relativamente indipendenti tra loro. Oltre a prevedere che MBT e MLT siano funzionalmente separate e non elaborino gli stimoli in sequenza, il modello ipotizza ulteriori frazionamenti della memoria a lungo termine in grado di rendere conto della multiforme natura dei disturbi amnesici (Squire, 2009). La MLT sarebbe, dunque, suddivisibile in una componente dichiarativa (esplicita), deputata a custodire materiale che può essere consapevolmente richiamato, e in una componente non dichiarativa (implicita), dedicata al deposito di abilità motorie e percettive che possono essere riattivate in maniera automatica. Inoltre, nell'ambito della memoria dichiarativa esisterebbero sotto-componenti distinte per il ricordo di eventi (memoria episodica) e di conoscenze (memoria semantica), mentre nell'ambito della memoria non-dichiarativa esisterebbero sotto-componenti dedicate ai diversi tipi di abilità.

D'altro canto, anche il modello più diffuso sul funzionamento della MBT, avanzato originariamente da Baddeley e Hitch (1974), prevede l'esistenza di componenti multiple. Gli autori suggeriscono di sostituire al concetto di immagazzinamento a breve termine passivo un sistema più complesso che definiscono memoria di lavoro ('working memory', WM), in cui i processi deputati alla memorizzazione a breve termine verbale e spaziale sono sostenuti da meccanismi separati, e non sono implicati nell'acquisizione stabile di informazioni. Nella prima formulazione del modello di memoria di lavoro (Baddeley & Hitch, 1974) è stata proposta una tripartizione che includeva un sistema di controllo

attenzione sovraordinato a capacità limitata ('central executive', CE), e due sistemi subordinati modalità-specifici: il ciclo fonologico e il taccuino visuospatiale. Il ciclo fonologico sarebbe deputato al mantenimento temporaneo di informazioni verbali in un codice fonologico, mentre il taccuino visuospatiale è descritto come un sistema che consente l'immagazzinamento a breve termine delle informazioni visuospatiali. Le attività dei sistemi subordinati sarebbero supervisionate e coordinate dal CE.

Secondo questi modelli teorici, dunque, le informazioni ambientali sono oggetto di elaborazioni parallele e distinte da parte della memoria a breve termine e della memoria a lungo termine. Tuttavia, esistono evidenze che sottolineano le possibili interazioni tra MBT e MLT, e suggeriscono una visione più complessa e dinamica della dicotomia tra le due componenti della memoria. In ambito evolutivo, per esempio, sono state riportate strette correlazioni tra meccanismi di memorizzazione a breve termine e l'acquisizione stabile di nuove parole (Gathercole et al., 1997) e, d'altra parte, è stato mostrato che le prestazioni in compiti basati su paradigmi di memoria a breve termine potrebbero dipendere in parte da rappresentazioni a lungo termine (Hulme et al., 1991; Savill et al., 2015).

L'obiettivo di questo lavoro è illustrare le evidenze circa le interazioni tra MBT e MLT nel dominio verbale. Pur non potendo offrire in questa sede una panoramica completa della letteratura sul tema, saranno discussi il contributo della memoria a breve termine fonologica all'apprendimento stabile di materiale verbale, gli effetti di facilitazione delle conoscenze semantico-lessicali nel richiamo immediato seriale e le possibili implicazioni teoriche di queste osservazioni.

L'interazione tra memoria a breve e a lungo termine nel dominio verbale

Il contributo della memoria fonologica a breve termine nell'apprendimento a lungo termine

Sebbene i pazienti con disturbi selettivi della MBT dimostrino che è possibile un apprendimento stabile di nuove informazioni al netto di una compromissione della memoria breve termine, in alcuni casi l'intervento di questa componente di memoria nell'apprendimento sembra essere fondamentale. È stato rilevato che in compiti basati su paradigmi di memoria a lungo termine i pazienti con un selettivo deficit della MBT verbale mostrano prestazioni significativamente diverse in funzione del tipo di materiale verbale da apprendere. Baddeley e colleghi (1988), per esempio, hanno valutato la capacità di apprendere coppie di parole conosciute e coppie costituite da non parole e parole familiari nella paziente P.V., affetta da una selettiva riduzione della capacità di memoria immediata di cifre, parole e lettere. Nonostante un danno del ciclo fonologico (componente di memoria a breve termine verbale descritta da Baddeley e Hitch, 1974), la paziente mostrava prestazioni nella norma all'apprendimento di coppie di parole conosciute. Tuttavia, la paziente manifestava una significativa compromissione della capacità di apprendere non parole. Questo modello comportamentale è stato ampiamente replicato (Dittmann & Abel, 2010; Freedman & Martin, 2001; Trojano & Grossi, 1995; Trojano et al., 1992). Inoltre, ci sono

prove che alcune condizioni come la soppressione articolatoria (Baddeley et al., 1975) e variabili fonologiche come la lunghezza degli stimoli verbali (Baddeley et al., 1975) e la somiglianza fonologica (Salamé & Baddeley, 1986), note per avere un'influenza sulla conservazione a breve termine, abbiano una significativa influenza anche nell'apprendimento di nuove parole in individui neurologicamente indenni (Papagno et al., 1991; Papagno & Vallar, 1992). L'interpretazione comune di questi risultati suggerisce che la ritenzione a breve termine della forma fonologica di parole non conosciute, rispettando l'ordine delle parti che ne costituiscono la rappresentazione, sia un presupposto di base per la formazione di nuove tracce verbali a lungo termine (Norris, 2017).

Più recentemente Bormann e colleghi (2015) hanno indagato la capacità di apprendimento di sequenze di cifre in due pazienti con deficit di MBT verbale. Le loro prestazioni sono state poi confrontate con quelle di un singolo paziente con deficit di memoria episodica verbale e con un gruppo di soggetti di controllo neurologicamente indenni. Ai partecipanti è stato chiesto di ricordare i nomi, i cognomi, l'età, le professioni o i "numeri di telefono" a quattro cifre di persone sconosciute, al fine di valutare le loro abilità di apprendere diversi tipi di informazioni verbali. Rispetto ai soggetti di controllo, nei pazienti con deficit di MBT è stata osservata una compromissione dell'apprendimento di cognomi e numeri di telefono sconosciuti. Come ci si aspetterebbe, invece, nell'altro paziente esaminato è stato rilevato un deficit di apprendimento a lungo termine indipendente dal tipo di informazione verbale. Pertanto, questi risultati sembrano essere coerenti con l'ipotesi secondo cui la capacità di acquisire la forma fonologica di nuove parole dipenda sia da preservate capacità di apprendimento a lungo termine che dall'integrità della memoria verbale a breve termine. D'altra parte, questi dati suggeriscono che le abilità di memorizzazione a breve termine siano coinvolte anche nell'apprendimento stabile di nuove sequenze di cifre. Tuttavia, questo potrebbe non essere sorprendente. Le sequenze di cifre sono costituite da elementi conosciuti combinati in un ordine imprevedibile e come tali possono essere paragonabili a parole non familiari, che consistono nell'insieme di fonemi e sillabe combinati in una sequenza non conosciuta (Bormann et al., 2015). Insieme, questi risultati mostrano che potrebbe essere praticabile una visione modificata delle ipotesi di Atkinson e Shiffrin (1968), secondo cui la rappresentazione di una sequenza di fonemi non familiare nella memoria a breve termine rappresenta un precursore fondamentale per la memorizzazione della stessa sequenza a lungo termine. Ciò implica che, se da una parte l'apprendimento di materiale familiare può verificarsi indipendentemente dalla compromissione delle capacità di memorizzazione a breve termine, dall'altra l'apprendimento di materiale non familiare sembra dipendere dall'integrità di queste stesse abilità.

In accordo con tale ipotesi, una delle funzioni ecologiche comunemente attribuita alla MBT verbale è rappresentata dal suo contributo allo sviluppo del vocabolario (Baddeley et al., 1988; Baddeley, 1993; Gathercole, 2006). Correlazioni tra span di memoria verbale e apprendimento di parole sono state riportate nel campo dei deficit dello sviluppo linguistico e dell'acquisizione del vocabolario nei bambini

con sviluppo tipico. Per esempio, Baddeley (1993) ha descritto il caso di un giovane studente (S.R.) con uno specifico deficit dello sviluppo della memoria a breve termine verbale, evidenziato da prestazioni deficitarie in compiti di richiamo immediato seriale. In analogia ai pazienti con un deficit acquisito dello stesso tipo, in S.R. è stato osservato un apprendimento di coppie di parole significative nella norma, ma una compromissione della capacità di apprendere stabilmente nuove forme fonologiche, riflessa sia dalla difficoltà di acquisire un vocabolario diverso rispetto alla propria lingua madre in ambito sperimentale, sia dalla difficoltà di apprendere lingue straniere nel periodo scolastico. Secondo Baddeley ciò fornisce un'ulteriore evidenza del ruolo della memoria a breve termine verbale nell'apprendimento a lungo termine. Tuttavia, va sottolineato che la limitata capacità di memoria a breve termine fonologica di S.R. non ha avuto effetti negativi sull'acquisizione della propria lingua madre. Secondo Gathercole (2006), una possibile interpretazione di questo fenomeno suggerisce che la naturale esposizione alla lingua nativa sia estremamente ridondante, caratterizzata da ripetuti incontri con nuovi elementi del vocabolario. Quindi, con il tempo e l'esposizione sufficiente anche i soggetti con scarsa capacità di apprendimento fonologico a breve termine (come S.R.) potrebbero plausibilmente sviluppare rappresentazioni lessicali stabili del suono di nuove parole. In effetti, appare poco probabile che la memoria fonologica a breve termine stabilisca da sola il limite del vocabolario nell'adulto, ma probabilmente un ruolo fondamentale può essere attribuito anche a una combinazione tra la ricchezza dell'ambiente linguistico e la facoltà di dedurre il significato di parole non familiari dal contesto (Baddeley, 1993).

Un'ulteriore forma di interazione tra sistemi di immagazzinamento a breve e a lungo termine è riportata in bambini con sviluppo tipico, nei quali la capacità di ripetere in modo accurato le non parole è strettamente e specificamente correlata all'acquisizione del vocabolario. È importante sottolineare che, come per l'apprendimento stabile di nuove forme verbali, è stato proposto che l'abilità di ripetere non parole richieda necessariamente la ritenzione dei loro segmenti fonologici costituenti attraverso un magazzino a breve termine (Gathercole, 2006). L'ipotesi secondo cui la ripetizione di non parole dipenda dalla capacità di memorizzazione a breve termine verbale è sostenuta da dati comportamentali che mostrano strette associazioni tra abilità di ripetizione di non parole e prestazioni di richiamo immediato seriale (Gathercole et al., 1994), e dal fatto che entrambe le capacità sono compromesse sia negli individui con alterazioni dello sviluppo della memoria a breve termine verbale (Baddeley & Wilson, 1993; Butterworth et al., 1986) sia in pazienti con un danno emisferico sinistro associato a deficit acquisiti (Trojano & Grossi, 1995). La relazione tra capacità di ripetizione di non parole e acquisizione del vocabolario è stata documentata per la prima volta in uno studio longitudinale su bambini di età compresa tra 4 e 8 anni (Gathercole & Baddeley, 1989; Gathercole et al., 1992) e in studi successivi che hanno mostrato una significativa correlazione tra sviluppo della lingua nativa (Avons et al., 1998; Gathercole & Baddeley, 1989; Gathercole et al., 1997; Michas & Henry, 1994) e sviluppo di lingue straniere (Masoura & Gathercole, 1999, 2005; Service, 1992; Service & Kohonen, 1995) da una parte, e capacità di ripetizione

di non parole dall'altra. Il legame tra conoscenza del vocabolario e ripetizione di non parole è in genere più forte nelle prime fasi dell'acquisizione di una determinata lingua (Gathercole, 1995; Gathercole et al., 2005). Per esempio, nello studio longitudinale descritto in precedenza è emersa una relativamente bassa, sebbene statisticamente significativa, correlazione tra l'abilità di ripetizione di non parole e i punteggi relativi alle conoscenze del vocabolario nativo a 8 anni ($r = .28$). Lo stesso fenomeno si osserva anche per l'apprendimento del vocabolario straniero in studenti di lingue più avanzati. Questo è stato ben illustrato nello studio di Masoura e Gathercole (2005) su bambini greci che avevano studiato l'inglese come seconda lingua per una media di 3 anni. L'apprendimento di ulteriori vocaboli nella lingua straniera accoppiati con i loro equivalenti greci, non ha mostrato una significativa correlazione con i punteggi di ripetizione di non parole, ma era strettamente correlato al vocabolario inglese esistente dei bambini. Risultati simili sono stati riportati da Cheung (1996) in uno studio su bambini di Hong Kong che hanno imparato l'inglese come seconda lingua.

Questi risultati, secondo Gathercole (2006), riflettono due importanti caratteristiche dell'apprendimento del vocabolario. In primo luogo, gli studenti di lingua straniera relativamente esperti potrebbero essere in grado di utilizzare il loro consistente lessico per mediare l'apprendimento. Questo sarebbe possibile grazie all'accesso a rappresentazioni fonologiche lessicali strettamente vicine, piuttosto che all'utilizzo di un meccanismo di apprendimento fonologico a breve termine coinvolto nella ripetizione di non parole. In effetti, sembra che il legame tra l'apprendimento di parole e la ripetizione di non parole sia modulato dalla struttura fonologica della parola nuova: quando gli elementi stimolo da apprendere sono costituiti da strutture fonologiche vicine a rappresentazioni lessicali familiari, la correlazione statistica con i punteggi di ripetizione di non parole è abolita (Gathercole et al., 1997). Al contrario, la percentuale di apprendimento stabile di nuove forme fonologiche dissimili dalle parole familiari è fortemente associata alla capacità di ripetizione di non parole (Atkins & Baddeley, 1998; Gupta, 2003). Inoltre, sebbene la correlazione tra ripetizione di non parole e conoscenza del vocabolario nativo in ambito evolutivo diminuisca con l'aumentare dell'età oltre i 6-8 anni, il legame tra ripetizione di non parole e capacità di apprendere nuove parole persiste nei soggetti meno giovani in condizioni sperimentali che non favoriscono l'utilizzo di una strategia di mediazione lessicale. Per questo i bambini che mostrano una scarsa capacità di ripetizione di non parole a 5 anni, manifestano un deficit nell'apprendimento di nuove forme fonologiche a 8 anni in condizioni di laboratorio controllate (Gathercole et al., 2008), nonostante una conoscenza del vocabolario nativo nella norma (Gathercole et al., 2005). L'apprendimento basato sul lessico avrebbe, dunque, il vantaggio di sfruttare strutture di conoscenza che sono già state costruite. Maggiore è la dimensione del lessico, più efficace sarà l'utilizzo di questa strategia (Gathercole, 2006).

In secondo luogo, la ridotta correlazione tra l'abilità di ripetere non parole e lo sviluppo del vocabolario della lingua di appartenenza in funzione dell'aumento dell'età dei bambini potrebbe dipendere dal fatto

che, come già detto, col passare del tempo la sovrapposizione agli elementi del vocabolario nativo può compensare le difficoltà di formare rappresentazioni lessicali stabili. Questo potrebbe essere un ulteriore motivo per il quale anche i bambini con scarsi punteggi di ripetizione di non parole all'età di 5 anni possono, nel tempo, raggiungere livelli di conoscenza del vocabolario adeguati all'età (Gathercole et al., 2005).

Un'associazione tra abilità di ripetizione di non parole e dimensione del vocabolario è stata osservata anche in bambini con disturbi specifici del linguaggio (DSL). Un DSL viene diagnosticato in bambini con alterazioni dello sviluppo del linguaggio in presenza di un funzionamento cognitivo generale nella norma, processi sensoriali intatti e adeguate opportunità ambientali (Gathercole, 2006). Studi sperimentali sull'apprendimento hanno stabilito che in questi individui si osserva una marcata difficoltà nell'ambito dell'acquisizione delle forme fonologiche di nuove parole (Gray, 2004). Inoltre, è stato rilevato che le prestazioni in bambini di 8 anni con DSL sono paragonabili a prestazioni di bambini di 6 anni su misure standardizzate del linguaggio, tra cui le dimensioni del vocabolario (Gathercole & Baddeley, 1990). Alla base di questa condizione vi è una correlazione con le limitate abilità di ripetere le non parole. Un segno distintivo del deficit di ripetizione di non parole nei DSL è che la sua grandezza aumenta in funzione del numero di sillabe che costituiscono lo stimolo verbale: rispetto ai bambini con sviluppo tipico le prestazioni di soggetti con DSL sono significativamente deficitarie per parole trisillabiche e quadrisillabiche, ma non per quelle mono e bisillabiche (Gathercole & Baddeley 1990; Marton & Schwartz, 2003). La compromissione della capacità di ripetizione di non parole sembra essere riscontrabile nei bambini con disturbi del linguaggio in tutti gli anni dell'infanzia, a partire dalla scuola materna (Gray, 2003), fino all'adolescenza (Botting & Conti-Ramsden, 2001; Stothard et al., 1998), ed è stata riscontrata anche in individui meno giovani senza più evidenti difficoltà linguistiche (Bishop et al., 1996). Inoltre, Palladino e Cornoldi (2004) hanno documentato deficit di ripetizione di non parole anche negli studenti adolescenti con un disturbo dell'apprendimento delle lingue straniere. La coerenza e l'entità del deficit di ripetizione di non parole nei DSL hanno portato, in alcuni casi, alla sua adozione come marcatore comportamentale per il disturbo (Bishop et al., 1996; Conti-Ramsden & Botting, 2001; Conti-Ramsden & Hesketh, 2003; Dollaghan & Campbell, 1998).

In conclusione, presi insieme, questi dati indicherebbero che, nei primi incontri, la struttura fonologica di nuove parole possa essere ritenuta attraverso un processo di immagazzinamento a breve termine e che questa costituisca la base per il graduale processo di formazione di una rappresentazione stabile del suono attraverso presentazioni ripetute (Brown & Hulme, 1996). Le condizioni che compromettono la qualità della rappresentazione fonologica temporanea ridurranno l'efficienza del processo di astrazione e comporteranno ritmi lenti di apprendimento. Questa via rappresenta un meccanismo di apprendimento primitivo che è particolarmente importante nelle prime fasi dell'acquisizione di una lingua, sebbene sia

possibile acquisire nuove strutture fonologiche mediante altri processi, come l'apprendimento mediato dal lessico (Gathercole, 2006).

L'influenza delle conoscenze a lungo termine nel richiamo immediato seriale

Una forma di interazione complementare rispetto a quella appena descritta consiste nell'influenza di variabili lessicali e semantiche a lungo termine sulle prestazioni ai compiti di MBT. Se da una parte la memoria verbale a breve termine svolge un ruolo chiave nella codifica e nell'apprendimento stabile di nuove forme fonologiche, d'altra parte è stata estesamente studiata l'influenza del significato e della conoscenza del suono delle parole nel mantenimento temporaneo di tracce verbali. Una vasta gamma di evidenze indica che l'attivazione di rappresentazioni nella memoria a lungo termine potrebbe sostenere, in parte, il mantenimento all'interno della memoria verbale a breve termine (Hulme et al., 1991; Hulme et al., 1995; Hulme et al., 1997; Walker & Hulme, 1999; Savill et al., 2015).

Se fino a poco tempo fa solo pochi studi hanno affrontato questo tema (Brener, 1940; Watkins & Watkins, 1977), negli ultimi anni un crescente corpus di dati sperimentali ha indicato che le proprietà semantiche delle parole influenzano il richiamo seriale immediato (per esempio Savill et al., 2015). I risultati di Neath (1997) e di Walker e Hulme (1999) hanno mostrato che le prestazioni relative al richiamo di parole concrete (che si presume abbiano una forte connotazione semantica) sono evidentemente migliori rispetto alle prestazioni di richiamo di parole astratte. Pertanto, se si condivide l'idea che le informazioni semantiche debbano necessariamente dipendere da rappresentazioni di memoria a lungo termine, ne deriva che tali rappresentazioni abbiano un ruolo rilevante nella memoria immediata (Stuart & Hulme, 2009). Ciò è coerente con i risultati ottenuti dallo studio di Patterson e colleghi (1994) in tre pazienti con diagnosi di demenza semantica, una condizione neurodegenerativa associata comunemente all'atrofia dei poli temporali, e caratterizzata dal progressivo deterioramento della memoria semantica, con perdita delle conoscenze relative al significato delle parole. In questo studio i pazienti hanno eseguito un compito di richiamo seriale immediato in cui è stato richiesto di ascoltare e ripetere brevi liste di parole. Per costruire le liste, per ciascun paziente sono stati selezionati due gruppi di parole sulla base delle prestazioni individuali ad altri compiti di comprensione e produzione verbale: parole la cui conoscenza era preservata, cioè parole il cui significato era accessibile per il singolo paziente; parole sconosciute, cioè quelle per le quali lo stesso paziente mostrava un deficit di comprensione. Nei tre pazienti è stato rilevato un marcato vantaggio per il richiamo di parole conosciute rispetto a quelle sconosciute, suggerendo che il richiamo seriale immediato potrebbe dipendere, almeno in parte, dall'integrità del sistema semantico. Tutte queste osservazioni suggeriscono un rilevante contributo della memoria semantica alla MBT verbale.

Un'altra variabile che sembra avere un effetto sulle prestazioni di MBT è quella della familiarità delle forme verbali. Hulme e colleghi (1995) hanno mostrato che in un tradizionale compito di span di memoria

verbale, a parità di velocità di pronuncia, il richiamo di parole significative era superiore rispetto al richiamo di non parole. Analogamente Hulme e colleghi (1991) indicano che in soggetti di madrelingua inglese lo span di memoria verbale per parole italiane è più basso rispetto allo span di memoria verbale per parole inglesi. Secondo gli autori le prestazioni relativamente deficitarie nei compiti di richiamo immediato seriale di non parole potrebbero dipendere dall'assenza di una loro corrispettiva rappresentazione lessicale a lungo termine, mentre il vantaggio del richiamo di parole significative è interpretato come il contributo della memoria a lungo termine alle prestazioni di MBT. Coerentemente, in entrambi i lavori è stato mostrato che familiarizzando con le parole sconosciute, i punteggi di span per questa categoria di stimoli potrebbero migliorare. Hulme e colleghi (1995) hanno suggerito che questo effetto può essere attribuito alla graduale creazione di una rappresentazione fonologica lessicale delle non parole con le quali i partecipanti avevano familiarizzato, che a sua volta ha favorito le prestazioni della memoria a breve termine.

In sintesi, questi ed altri dati sperimentali hanno mostrato che nei compiti di richiamo seriale immediato si osservano prestazioni di richiamo migliori per parole significative rispetto a parole prive di significato (Brener, 1940; Hulme et al., 1991), per parole ad alta frequenza d'uso piuttosto che per parole a bassa frequenza (Gregg et al., 1989; Hulme et al., 1997; Watkins & Watkins, 1977) e per parole concrete rispetto a parole astratte (Bourassa & Besner, 1994; Walker & Hulme, 1999). Resta da comprendere, tuttavia, le modalità attraverso le quali le proprietà lessicali e semantiche delle rappresentazioni verbali a lungo termine influenzano la MBT.

Uno dei presupposti fondamentali del ciclo fonologico descritto nel modello di memoria di lavoro di Baddeley e Hitch (1974) è che la traccia di memoria a breve termine sia rappresentata attraverso un codice fonologico. Una volta che le informazioni da conservare sono catturate da questo sistema, l'esito positivo o negativo della conservazione e del recupero è determinato esclusivamente dalle caratteristiche intrinseche degli elementi importati, e le proprietà dello stimolo comunemente considerate come variabili in grado di influenzare la ritenzione sono rappresentate principalmente dalla forma fonologica e dalla durata articolatoria degli stimoli verbali (Papagno, 2018). Da questo punto di vista, la memoria verbale a breve termine, formalizzata nel modello originario del ciclo fonologico (Baddeley & Hitch, 1974), può essere vista come un sistema chiuso. Tuttavia, qualsiasi modello che separa così completamente la memoria a breve e a lungo termine farà fatica a spiegare i molteplici effetti delle variabili lessicali e semantiche nei compiti di memoria a breve termine. L'incapacità dell'originario modello di memoria di lavoro di spiegare o prevedere uno qualsiasi degli effetti a lungo termine descritti finora è stata almeno in parte responsabile della sua successiva modifica. Baddeley (2000) ha aggiunto al modello originario di Baddeley e Hitch una componente di memoria a breve termine (il 'buffer' episodico) che potesse integrare le informazioni provenienti dagli altri sottosistemi con le informazioni derivate dalla memoria a lungo termine formando una rappresentazione episodica unitaria. Tuttavia, ancora non sono ben definite le

modalità attraverso le quali possa avvenire il processo di integrazione che spiegherebbe gli effetti di facilitazione finora descritti. Una diversa ipotesi interpretativa suggerisce che la memoria semantica potrebbe essere attivata in compiti che si presume coinvolgano le abilità di MBT favorendo il processo di ritenzione (Acheson et al., 2011b; Jefferies et al., 2006a, 2006b; Jefferies et al., 2009; Patterson et al., 1994; Poirier et al., 2015; Savill et al., 2015; Stuart & Hulme, 2000), un fenomeno indicato a volte come legame semantico ('semantic binding'; Savill et al., 2015). Secondo l'ipotesi del legame semantico (Patterson et al., 1994), durante l'ascolto e la produzione di stimoli verbali vi sarebbe una naturale tendenza degli individui ad associare il suono delle parole al loro contenuto. Tale associazione fornirebbe un fondamentale contributo alla coerenza delle rappresentazioni fonologiche nella memoria verbale a breve termine favorendo il loro richiamo. Diversamente, è stato anche suggerito che qualsiasi vantaggio conferito dalla MLT nei compiti di MBT si verifichi solo al momento del richiamo, attraverso un processo definito di reintegrazione ('redintegration', Schweickert, 1993). L'ipotesi della reintegrazione sostiene che le informazioni nella MLT siano utilizzate per ricostruire tracce degradate in un magazzino a breve termine durante la fase di recupero (Gathercole et al., 2001; Hulme et al., 1997; Lewandowsky & Farrell, 2000; Saint-Aubin & Poirier, 1999; Schweickert, 1993; Schweickert et al., 1999). Nella sua forma più semplice la reintegrazione comporta un processo di abbinamento ('pattern-matching process'; Stuart & Hulme, 2009), in cui la forma fonologica memorizzata a lungo termine viene recuperata e confrontata con il codice fonologico a breve termine compromesso. Una volta trovata una corrispondenza adatta, la rappresentazione fonologica lessicale a lungo termine può essere utilizzata per ricostruire la traccia di memoria temporanea (Stuart & Hulme, 2009). Hulme e colleghi (1997) hanno sviluppato un modello probabilistico di reintegrazione in cui le variabili lessicali, come la frequenza d'uso delle parole, giocano un ruolo cruciale. Durante il richiamo immediato di un elenco formato da elementi successivi, le tracce mnesiche sarebbero soggette a una progressiva degradazione. A questo livello, le tracce integre sarebbero direttamente richiamate dal magazzino di memoria a breve termine. Le tracce degradate, invece, sarebbero oggetto di un processo di ricostruzione mediato da meccanismi di memoria a lungo termine. Il successo di questo processo dipenderebbe parzialmente dall'accessibilità delle informazioni della MLT. Questo modello, così formulato, consentirebbe di spiegare alcuni degli effetti lessicali osservati nei paradigmi di memoria a breve termine. Per esempio, se si ammette che le rappresentazioni di parole ad alta frequenza siano più accessibili rispetto alle rappresentazioni di parole a bassa frequenza, le prime potrebbero risentire in misura maggiore degli effetti del processo di reintegrazione. Inoltre, il grado di accessibilità delle rappresentazioni lessicali a lungo termine, visto come un requisito di base del processo di reintegrazione, potrebbe dar conto anche delle differenze nelle prestazioni nei compiti di span per parole significative e non significative. In questo senso, l'ipotesi della reintegrazione può avere un'importante implicazione per la valutazione della memoria verbale a breve termine. Secondo Gathercole (2006), la ripetizione di non parole potrebbe fornire una valutazione più pura della memoria

a breve termine fonologica rispetto alle misure di richiamo immediato seriale di forme verbali conosciute: quando si utilizzano parole non significative, i processi di ricostruzione basati sul lessico non possono compensare il degradamento delle tracce immagazzinate a breve termine.

I possibili meccanismi alla base dei fenomeni di interazione finora descritti presuppongono l'esistenza di componenti di archiviazione a breve e a lungo termine distinte, sebbene intimamente relate. Per alcuni (Cowan, 2019; Öztekin et al., 2010; Surprenant & Neath, 2009), invece, il fatto che le variabili lessicali descritte influenzino i compiti di memoria a breve termine potrebbe suggerire che tali compiti dipendano in modo critico dalle rappresentazioni della memoria a lungo termine o, più radicalmente, che la suddivisione della memoria in magazzini a breve e a lungo termine non sia necessaria.

Memoria a breve e a lungo termine sono realmente distinte?

Limiti di capacità e durata della memoria a breve termine: aspetti controversi

Diversi autori suggeriscono che i dati comportamentali potrebbero essere spiegati in modo più parsimonioso supponendo che ci sia un solo sistema di memoria responsabile dell'archiviazione sia a breve che a lungo termine (Brown et al., 2007; Cowan, 1988; Crowder, 1993; Crowder & Neath, 1991; Jonides et al., 2008; McElree, 2006; Melton, 1963; Nairne, 2002; Poirier & Saint-Aubin, 1996; Surprenant & Neath, 2009), negando l'esistenza di una componente di memoria a breve termine separata che segue leggi fondamentalmente diverse dalla memoria a lungo termine (Surprenant & Neath, 2009). Questo assunto, storicamente sostenuto da Melton (1963) e successivamente da Crowder (1982), in anni più recenti è stato rivalutato da Surprenant e Neath (2009). Gli autori hanno sollevato più di un dubbio rispetto alla dicotomia tra MBT e MLT, rivolgendo l'attenzione alle caratteristiche discrete su cui è stata costruita la tradizionale distinzione. In effetti, se esiste una separazione tra i due archivi di memoria, questi differiscono soprattutto per due caratteristiche: durata e capacità (Cowan, 2008). Secondo la concezione prevalente, la memoria a breve termine potrebbe contenere solo un numero limitato di elementi che sono soggetti a un rapido decadimento, mentre la memoria a lungo termine sarebbe caratterizzata da durata e capacità indefinite. Questa distinzione concettuale sembrerebbe, però, non compatibile con i risultati derivati dagli studi comportamentali rivisti da Surprenant e Neath (2009). Tuttavia, escludendo un potenziale effetto interferente del richiamo a lungo termine, emergono evidenti limiti di durata in funzione dei quali un'informazione può essere mantenuta in un magazzino di memoria a breve termine. I dati neuropsicologici passati in rassegna da Cowan (2008) mostrano che nelle prove di richiamo libero – in cui si richiede all'individuo di ricordare una lista di parole presentata precedentemente nella modalità uditiva o visiva senza rispettare necessariamente l'ordine di presentazione – i pazienti affetti dalla sindrome di Korsakoff, caratterizzata da un profilo neuropsicologico corrispondente a una grave forma di amnesia, presentano prestazioni significativamente diverse in funzione del tempo (Baddeley & Warrington, 1970; Carlesimo et al., 1995). Nel richiamo immediato si osservano prestazioni preservate in

relazione agli stimoli che occupano le ultime posizioni seriali della lista. Un'interpretazione comune di questo fenomeno suggerisce che il richiamo degli ultimi elementi della lista dipenda principalmente o interamente dall'immagazzinamento a breve termine (Capitani et al., 1992), preservato nei pazienti amnesici. Al contrario, nel richiamo ritardato i pazienti amnesici mostrano generali difficoltà non dipendenti dalla posizione occupata dallo stimolo nella lista, coerentemente con l'idea secondo cui la memoria a breve termine per gli elementi finali dell'elenco sia persa in funzione del periodo di ritardo (Glanzer & Cunitz, 1966). Dunque, analizzando le prestazioni dei pazienti gravemente amnesici, per i quali le abilità di MBT risultano essere le uniche relativamente preservate, i limiti temporali attribuiti a questa componente della memoria sembrano meno controversi, contrariamente all'ipotesi di Surprenant e Neath (2009).

Un ulteriore tema chiave analizzato da Surprenant e Neath (2009) presentava come oggetto centrale le stime di capacità, descritte come limitate nel caso della memoria a breve termine e potenzialmente illimitate per la memoria a lungo termine. Una misura comune della capacità della memoria a breve termine si basa sul numero di elementi che possono essere immediatamente richiamati in maniera accurata rispettando l'ordine di presentazione (span). Secondo gli autori, se questa logica fosse corretta, sarebbe possibile applicare lo stesso metodo per determinare la capacità della memoria a lungo termine. L'idea di Surprenant e Neath è che sostituendo un compito di richiamo immediato con un compito di richiamo ritardato sia possibile ottenere una misura della capacità della MLT. Attraverso questo approccio, Nairne e Neath (2001) hanno stimato che la capacità della memoria a lungo termine era di circa cinque elementi, una misura comparabile alla capacità della memoria a breve termine (circa sette elementi per Miller, 1956; e quattro per Cowan, 2001). Secondo Surprenant e Neath, questo risultato non dovrebbe essere interpretato come prova a favore del fatto che la MLT sia in grado di archiviare solo cinque informazioni. Piuttosto, stime di capacità sovrapponibili tra loro della MLT e della MBT potrebbero suggerire che la tecnica dello span, utilizzata come misura privilegiata della capacità della memoria a breve termine, misuri qualcos'altro (Surprenant & Neath, 2009). Se questo assunto fosse vero anche i limiti di capacità proposti come caratteristica distintiva della MBT sarebbero messi in discussione. Tuttavia, questa conclusione è controversa. Non vi è nessuna certezza che una misura ideata per determinare i limiti di capacità di un magazzino a breve termine possa essere utilizzata in maniera intercambiabile per determinare i limiti di capacità di un magazzino a lungo termine. Dunque, lo span potrebbe essere una valida misura della capacità della MBT e un approccio evidentemente inadeguato allo scopo di ottenere una stima accurata della capacità della MLT.

Una delle questioni cruciali sollevate da Surprenant e Neath sui limiti di capacità della memoria a breve termine suggerisce che le convenzionali misure di span potrebbero restituire stime che risentono degli effetti di variabili della MLT. Sebbene plausibile e oggetto di precedenti approfondimenti, questa ipotesi, diversamente da quanto proposto dagli autori, non implica necessariamente l'abbandono dell'idea di un

sistema di immagazzinamento a breve termine che abbia una limitata capacità. Come già descritto, un'interpretazione alternativa potrebbe suggerire che lo span per parole possa non rappresentare una misura pura della capacità di memoria a breve termine. Inoltre, la potenziale inefficacia di questo approccio non implica che i limiti di capacità dell'immagazzinamento a breve termine non possano essere accuratamente catturati attraverso modalità diverse.

Il concetto di limiti di capacità è stato sollevato più volte nella storia della psicologia cognitiva. Miller (1956) ha parlato notoriamente del “magico numero sette più o meno due” come una costante nell'elaborazione a breve termine. Tuttavia, il suo saggio autobiografico (Miller, 1989) indica che l'idea di considerare il numero sette come stima accurata della capacità di memoria a breve termine dovrebbe essere presa con maggiore cautela. Anche se è vero che lo span di memoria è di circa sette elementi negli adulti, non esiste alcuna garanzia che ogni elemento sia rappresentato da un'entità separata. Forse il punto più importante dell'articolo di Miller (1956) indicava che più oggetti potevano essere combinati in unità più grandi e significative. Studi successivi hanno suggerito che il limite di capacità potrebbe essere di tre o quattro unità (Cowan, 2001). Tale conclusione si basava sul tentativo di tener conto di strategie che spesso aumentano l'efficienza dell'uso della capacità limitata. Tuttavia, come si evince da Cowan (2008), sembra che il dibattito possa concentrarsi sull'entità dei limiti imposti alla capacità dell'immagazzinamento a breve termine piuttosto che sulla loro esistenza.

La memoria a breve termine come parte attivata della memoria a lungo termine

Un'altra visione espressa in opposizione alla dicotomia tra memoria a breve e a lungo termine è stata sviluppata da Cowan (1988), il quale propone, in contrasto ai modelli ‘multimagazzino’, un modello unitario in cui la memoria a breve termine corrisponderebbe alle informazioni attivate in una porzione del magazzino a lungo termine attraverso risorse attentive a capacità limitata. In tale sistema la MBT sarebbe ridefinita in termini di memoria a lungo termine attivata (‘activated long-term memory’, aLTM; Cowan, 2019). Analizzando, però, i requisiti computazionali che dovrebbe avere un sistema in grado di sostenere l'immagazzinamento a breve termine, emergono evidenti vincoli al rapporto architettonico tra MBT e MLT che portano alla conclusione generale secondo cui il mantenimento temporaneo non può essere sostenuto dalla aLTM (Norris, 2017). Un sistema di immagazzinamento a breve termine dovrebbe essere in grado di memorizzare configurazioni arbitrarie di nuove informazioni e questo non è sempre spiegato attraverso la sola attivazione di rappresentazioni preesistenti a lungo termine come ipotizzano i modelli basati sulla aLTM (Cowan, 2019). In effetti, un prerequisito della MBT è rappresentato dalla capacità di ritenere anche complesse strutture rappresentazionali che non sono mai state incontrate in precedenza, come nel caso di sequenze di fonemi che formano parole non conosciute o prive di significato, creando strutture completamente nuove. Per definizione, questa capacità produttiva non può

essere mediata dalla semplice attivazione di rappresentazioni materiale-specifiche preesistenti (Logie, 2003; Logie & Della Sala, 2003).

Un ulteriore aspetto controverso dell'aLTM, legato al mantenimento temporaneo di informazioni, riguarda la capacità di rappresentare sequenze costituite da più elementi dello stesso tipo. Per esempio, la richiesta di ricordare la sequenza di cifre "133846" potrebbe determinare un'attivazione delle rappresentazioni a lungo termine dei singoli elementi, ma questa da sola non consentirebbe di codificare il corretto ordine delle cifre né di tenere traccia della possibile presenza ripetuta di alcuni elementi nella sequenza (la cifra "3" dell'esempio). La difficoltà nel ricordare frasi o elenchi di parole contenenti due occorrenze dello stesso tipo è stata definita da Jackendoff (2002) "il problema dei due". Intuitivamente, si potrebbe ipotizzare che magazzini a lungo termine contengano più rappresentazioni lessicali associate a singole forme fonologiche (per esempio, parole, lettere, cifre) attivabili separatamente o, al contrario, che la stessa forma fonologica possa essere codificata da una singola rappresentazione a lungo termine con più unità di attivazione. Tuttavia, questa tesi presuppone che tutte le rappresentazioni a lungo termine siano ampiamente duplicate. Inoltre, non esistono modelli computazionali della MBT basati sull'attivazione di magazzini a lungo termine in grado di fornire una soluzione al "problema dei due" e di codificare liste di parole in modo che possano essere richiamate nell'ordine corretto. D'altra parte, invece, i modelli computazionali che assumono l'esistenza di un magazzino a breve termine separato sembrano spiegare più accuratamente i processi mediante i quali è possibile superare queste criticità. Per esempio, alcuni modelli connessionistici di richiamo immediato seriale si basano sulla formazione di associazioni tra le rappresentazioni degli elementi e le rappresentazioni della posizione della lista (per esempio, Burgess & Hitch, 1992; Brown et al., 2000). Poiché lo stesso elemento può essere associato a più di una posizione, questi modelli possono sostenere l'abilità di ricordare sequenze in cui si ripetono elementi dello stesso tipo. Tuttavia, si potrebbe obiettare che, in accordo con le teorie basate sull'attivazione, gli elementi attivati siano riconducibili a rappresentazioni a lungo termine e di conseguenza interpretare una prestazione di memorizzazione a breve termine come basata sulla aLTM. Il punto cruciale, però, è che le abilità di richiamo seriale a breve termine dipendono fortemente dal meccanismo di associazione posizione-elemento. In altri termini, alle abilità di memorizzazione a lungo termine nasce l'esigenza di integrare meccanismi aggiuntivi cruciali che di solito non possono essere considerati parte della MLT, ma hanno tutte le proprietà che in genere sono associate a un magazzino a breve termine separato (Norris, 2017).

Nonostante i limiti computazionali descritti, la concezione di un sistema di memoria a singolo magazzino è alquanto popolare nell'ambito degli studi neurofunzionali. Un crescente numero di dati sperimentali mostra che i substrati neurali comunemente associati alle abilità di immagazzinamento a lungo termine sono attivati anche durante i compiti di memoria a breve termine (Cameron et al., 2005; Lewis-Peacock & Postle, 2008; Öztekin et al., 2010; Acheson et al., 2011). Risultati di questo tipo sono

spesso offerti come prova a favore dell'esistenza di un sistema di memoria a breve termine 'incluso', cioè rappresentato da una porzione attivata del magazzino a lungo termine come nel modello della aLTM di Cowan. Tuttavia, conclusioni di questo tipo potrebbero riflettere ciò che è stato definito come errore correlazionale ('correlational fallacy'; Baddeley, 2003): l'assunto secondo cui qualsiasi variabile ampiamente correlata con le prestazioni in un paradigma sia essenziale per esso. In altri termini, il contributo di regioni cerebrali notoriamente coinvolte nelle prestazioni di MLT in compiti di MBT potrebbe suggerire interpretazioni diverse, senza necessariamente implicare che esso sia un presupposto causale della MBT. Per esempio, un apprendimento stabile, mediato da meccanismi di memoria a lungo termine, si potrebbe verificare anche in compiti che apparentemente coinvolgono esclusivamente abilità di memorizzazione a breve termine. Quindi, il fatto che la MLT non possa semplicemente essere "disattivata" negli esperimenti basati su compiti di MBT potrebbe giustificare l'attivazione dei suoi specifici substrati neurali, anche se si suppone l'esistenza di un magazzino a breve termine separato. Sebbene i modelli multicomponente della memoria abbiano distinto magazzini a breve e a lungo termine, ciò non implica che ci sia una corrispettiva suddivisione di compiti che coinvolgono selettivamente l'uno o l'altro magazzino. Entrambi potrebbero operare in modo congiunto sia in paradigmi che si presume coinvolgano unicamente la MBT, sia in paradigmi che si presume coinvolgano unicamente la MLT (Atkinson & Shiffrin, 1968), come si è descritto nelle sezioni precedenti di questo articolo.

Conclusioni

L'insieme dei risultati sperimentali che hanno sottolineato la reciproca influenza tra le componenti della memoria ha messo in luce alcuni limiti attribuibili al classico modello del ciclo fonologico, e ha suggerito una visione più complessa della relazione tra meccanismi di archiviazione a breve e a lungo termine. Questa osservazione può avere almeno due possibili risvolti nell'ambito della ricerca sulla memoria. Il primo è quello di modificare i modelli di memoria immediata verbale guidati dai principi della memoria di lavoro di Baddeley e Hitch (1974). Fino a poco tempo fa, questo è stato l'approccio dominante. Per esempio, Hulme e colleghi (1991, 1997) sostenevano che il modello del ciclo fonologico dovesse essere ampliato per comprendere il ruolo critico dei processi di reintegrazione. Anche Baddeley e colleghi (1998) hanno seguito questo approccio sviluppando le idee avanzate da Brown e Hulme (1996). Inoltre, i modelli computazionali del ciclo fonologico che si sono sviluppati parallelamente ai modelli di reintegrazione (per esempio, Burgess & Hitch, 1992; Page & Norris, 1998) potrebbero spiegare, almeno in parte, l'influenza della memoria lessicale e semantica nel richiamo immediato, descrivendo le rappresentazioni sottostanti alla memoria a breve termine come nodi attivati nella memoria a lungo termine. Tuttavia, i meccanismi alla base di questi modelli restano ancora da chiarire.

Un secondo risvolto implica, invece, il superamento di questa tipologia di modelli a favore di nuove prospettive teoriche. Vi è un crescente interesse per ciò che Nairne (2002) definisce modelli unitari, i

quali presuppongono che rappresentazioni e processi comuni siano responsabili sia della memoria a lungo termine sia della memoria a breve termine. Poiché entrambe svolgono attività relativamente analoghe, implicate nel mantenimento e nel recupero di informazioni, è probabile che condividano caratteristiche simili. In particolare, entrambe implicano processi di base come codifica, conservazione e richiamo, ed entrambe sono soggette alla perdita di informazioni a causa del decadimento o dell'interferenza. Il modello SIMPLE (Scale Invariant Memory, Perception and Learning) di Brown e colleghi (2007) enfatizza queste proprietà condivise. Il loro modello illustra come un principio generale può essere applicato per simulare processi di immagazzinamento a breve e a lungo termine senza la necessità di fare una distinzione tra archivi di memoria. Tuttavia, concentrandosi sulle caratteristiche comuni, modelli di questo tipo sembrano non essere in grado di rendere conto di dati significativi come le doppie dissociazioni neuropsicologiche osservate nei pazienti amnesici e nei pazienti con deficit selettivi della MBT.

Il successo dei modelli unitari è probabilmente legato al fatto che essi prevedono principi generali che si applicano sia a processi di memoria che ai processi percettivi. Tuttavia, se i principi in questione fossero davvero principi di ordine generale si potrebbe ipotizzare che si applichino ugualmente bene a componenti di memoria a breve e a lungo termine distinte. Non vi è alcuna contraddizione tra principi generali e componenti separate (Norris, 2017).

In definitiva, i modelli multicomponenziali della memoria rappresentano ancora il riferimento teorico più solido, ma una spiegazione generalmente accettata, da un lato, degli effetti ampi e pervasivi delle variabili lessicali e semantiche sulle prestazioni di richiamo seriale immediato e, dall'altro, dei contributi della memoria verbale a breve termine alla memoria a lungo termine costituisce una sfida ancora irrisolta.

Bibliografia

- Acheson, D. J., Hamidi, M., Binder, J. R., & Postle, B. R. (2011). A common neural substrate for language production and verbal working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(6), 1358–1367.
- Acheson, D. J., MacDonald, M. C., & Postle, B. R. (2011b). The effect of concurrent semantic categorization on delayed serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(1), 44–59.
- Atkins, P., & Baddeley, A. (1998). Working memory and distributed vocabulary learning. *Applied Psycholinguistics*, 19(4), 537–552.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence, *The psychology of learning and motivation: II*. Academic Press.
- Avons, S. E., Wragg, C. A., Cupples, L., & Lovegrove, W. J. (1998). Measures of phonological short-term memory and their relationship to vocabulary development. *Applied Psycholinguistics*, 19(4), 583–601.
- Baddeley, A. D. (1993). Short-term phonological memory and long-term learning: A single case study. *European Journal of Cognitive Psychology*, 5(2), 129–148.
- Baddeley A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.

- Baddeley A. D. (2003). New data: old pitfalls. Commentary on Ruchkin, Grafman, Cameron & Berndt. *Behavioral and Brain Sciences*, 26(6), 728–729.
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158–173.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working Memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Papagno, C., & Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27(5), 586–595.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 14(6), 575–589.
- Baddeley, A. D., & Warrington, E. K. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 9(2), 176–189. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(70\)80048-2](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(70)80048-2)
- Baddeley, A., & Wilson, B. A. (1993). A developmental deficit in short-term phonological memory: implications for language and reading. *Memory (Hove, England)*, 1(1), 65–78.
- Basso, A., Spinnler, H., Vallar, G., & Zanolio, M. E. (1982). Left hemisphere damage and selective impairment of auditory verbal short-term memory: A case study. *Neuropsychologia*, 20(3), 263–274.
- Bishop, D. V., North, T., & Donlan, C. (1996). Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment: evidence from a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 37(4), 391–403.
- Bormann, T., Seyboth, M., Umarova, R., & Weiller, C. (2015). "I know your name, but not your number"--Patients with verbal short-term memory deficits are impaired in learning sequences of digits. *Neuropsychologia*, 72, 80–86.
- Botting, N., & Conti-Ramsden, G. (2001). Non-word repetition and language development in children with specific language impairment (SLI). *International Journal of Language & Communication Disorders*, 36(4), 421–432.
- Bourassa, D. C., & Besner, D. (1994). Beyond the articulatory loop: A semantic contribution to serial order recall of subspan lists. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(1), 122–125.
- Brener, R. (1940). An experimental investigation of memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 26(5), 467–482.
- Brown, G. D., Neath, I., & Chater, N. (2007). A temporal ratio model of memory. *Psychological Review*, 114(3), 539–576.
- Brown, G. D., Preece, T., & Hulme, C. (2000). Oscillator-based memory for serial order. *Psychological Review*, 107(1), 127–181.
- Brown G. D. A., & Hulme C. (1996). Nonword repetition, STM and word age of acquisition: A computation model. In S. Gathercole (Ed.), *Models of short-term memory* (pp. 129– 148). Hove: Psychology Press.
- Burgess, N., & Hitch, G. J. (1992). Toward a network model of the articulatory loop. *Journal of Memory and Language*, 31(4), 429–460.
- Butterworth, B., Campbell, R., & Howard, D. (1986). The uses of short-term memory: a case study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 38(4), 705–737.
- Cameron, K. A., Haarmann, H. J., Grafman, J., & Ruchkin, D. S. (2005). Long-term memory is the representational basis for semantic verbal short-term memory. *Psychophysiology*, 42(6), 643–653.
- Capitani, E., Della Sala, S., Logie, R. H., & Spinnler, H. (1992). Recency, primacy, and memory: reappraising and standardising the serial position curve. *Cortex*, 28(3), 315–342.
- Carlesimo, G. A., Sabbadini, M., Fadda, L., & Caltagirone, C. (1995). Different components in word-list forgetting of pure amnesics, degenerative demented and healthy subjects. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, 31(4), 735–745.

- Cave, C. B., & Squire, L. R. (1992). Intact verbal and nonverbal short-term memory following damage to the human hippocampus. *Hippocampus*, 2(2), 151–163.
- Cheung, H. (1996). Nonword span as a unique predictor of second-language vocabulary language. *Developmental Psychology*, 32(5), 867–873.
- Conti-Ramsden, G., Botting, N., & Faragher, B. (2001). Psycholinguistic markers for specific language impairment (SLI). *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 42(6), 741–748.
- Conti-Ramsden, G., & Hesketh, A. (2003). Risk markers for SLI: a study of young language-learning children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 38(3), 251–263.
- Cowan N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 104(2), 163–191.
- Cowan N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *The Behavioral and brain sciences*, 24(1), 87–185.
- Cowan N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory?. *Progress in brain research*, 169, 323–338.
- Cowan N. (2019). Short-term memory based on activated long-term memory: A review in response to Norris (2017). *Psychological Bulletin*, 145(8), 822–847.
- Crowder, R. G., & Neath, I. (1991). The microscope metaphor in human memory. In W. E. Hockley & S. Lewandowsky (Eds.), *Relating theory and data: Essays on human memory in honor of Bennet B. Murdock* (pp. 111–125). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Crowder R. G. (1993). Short-term memory: where do we stand?. *Memory & Cognition*, 21(2), 142–145.
- Crowder R. G. (1982). The demise of short-term memory. *Acta psychologica*, 50(3), 291–323.
- Dittmann, J., & Abel, S. (2010). Verbales Arbeitsgedächtnis und verbales Lernen: Wort- und Pseudowortlernen in einem Fall von pathologischer Arbeitsgedächtnisbeeinträchtigung. *Sprache-stimme-gehör*, 34.
- Dollaghan, C., & Campbell, T. F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 41(5), 1136–1146.
- Drachman, D. A., & Arbit, J. (1966). Memory and the hippocampal complex. II. Is memory a multiple process?. *Archives of Neurology*, 15(1), 52–61.
- Ebbinghaus, H. (1964). *Memory: A contribution to experimental psychology*. Dover
- Freedman, M. L., & Martin, R. C. (2001). Dissociable components of short-term memory and their relation to long-term learning. *Cognitive Neuropsychology*, 18(3), 193–226.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary in children: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 28(2), 200–213.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29(3), 336–360.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E., & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Developmental Psychology*, 33(6), 966–979.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Hall, M., & Peaker, S. M. (2001). Dissociable lexical and phonological influences on serial recognition and serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 54(1), 1–30.
- Gathercole, S. E., Tiffany, C., Briscoe, J., Thorn, A., & ALSPAC team (2005). Developmental consequences of poor phonological short-term memory function in childhood: a longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 46(6), 598–611.

- Gathercole, S. E., Briscoe, J., Thorn, A., Tiffany, C., & ALSPAC Study Team (2008). Deficits in verbal long-term memory and learning in children with poor phonological short-term memory skills. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, (2006), 61(3), 474–490.
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Emslie, H., & Baddeley, A. D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28(5), 887–898.
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). The Children's Test of Nonword Repetition: a test of phonological working memory. *Memory (Hove, England)*, 2(2), 103–127.
- Gathercole S. E. (1995). Is nonword repetition a test of phonological memory or long-term knowledge? It all depends on the nonwords. *Memory & Cognition*, 23(1), 83–94.
- Gathercole, S. E. (2006). Nonword repetition and word learning: The nature of the relationship. *Applied Psycholinguistics*, 27(4), 513–543.
- Glanzer, M., & Cunitz, A.R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351-360.
- Gray S. (2003). Diagnostic accuracy and test-retest reliability of nonword repetition and digit span tasks administered to preschool children with specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 36(2), 129–151.
- Gray S. (2004). Word learning by preschoolers with specific language impairment: predictors and poor learners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 47(5), 1117–1132.
- Gregg, V. H., Freedman, C. M., & Smith, D. K. (1989). Word frequency, articulatory suppression and memory span. *British Journal of Psychology*, 80(3), 363–374.
- Gupta P. (2003). Examining the relationship between word learning, nonword repetition, and immediate serial recall in adults. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A Human Experimental Psychology*, 56(7), 1213–1236.
- Hulme, C., Maughan, S., & Brown, G. D. (1991). Memory for familiar and unfamiliar words: Evidence for a long-term memory contribution to short-term memory span. *Journal of Memory and Language*, 30(6), 685–701.
- Hulme, C., Roodenrys, S., Schweickert, R., Brown, G. D., Martin, M., & Stuart, G. (1997). Word-frequency effects on short-term memory tasks: evidence for a redintegration process in immediate serial recall. *Journal of experimental psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 23(5), 1217–1232.
- Hulme, C., Roodenrys, S., Brown, G., & Mercer, R. (1995). The role of long-term memory mechanisms in memory span. *British Journal of Psychology*, 86(4), 527–536.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of language: Brain, meaning, grammar, evolution*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- James, W. (1890). *The principles of psychology, Vol. 1*. Henry Holt and Co.
- Jefferies, E., Frankish, C. R., & Ralph, M. A. L. (2006a). Lexical and semantic binding in verbal short-term memory. *Journal of Memory and Language*, 54(1), 81–98.
- Jefferies, E., Frankish, C., & Lambon Ralph, M. A. (2006b). Lexical and semantic influences on item and order memory in immediate serial recognition: evidence from a novel task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, 59(5), 949–964.
- Jefferies, E., Frankish, C., & Noble, K. (2009). Lexical coherence in short-term memory: strategic reconstruction or "semantic glue"? *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, 62(10), 1967–1982.
- Jonides, J., Lewis, R. L., Nee, D. E., Lustig, C. A., Berman, M. G., & Moore, K. S. (2008). The mind and brain of short-term memory. *Annual Review of Psychology*, 59, 193–224.
- Lewandowsky, S., & Farrell, S. (2000). A redintegration account of the effects of speech rate, lexicality, and word frequency in immediate serial recall. *Psychological Research*, 63(2), 163–173.

- Lewis-Peacock, J. A., & Postle, B. R. (2008). Temporary activation of long-term memory supports working memory. *The Journal of Neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 28(35), 8765–8771.
- Logie, R. H., & Della Sala, S. (2003). Working memory as a mental workspace: Why activated long-term memory is not enough. *Behavioral and Brain Sciences*, 26, 745–746.
- Logie, R. H. (2003). Spatial and visual working memory: A mental workspace. *Psychology of Learning and Motivation*, 42, 37–78.
- Marton, K., & Schwartz, R. G. (2003). Working memory capacity and language processes in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 46(5),
- Masoura, E. V., & Gathercole, S. E. (1999). Phonological short-term memory and foreign language learning. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 383–388.
- Masoura, E. V., & Gathercole, S. E. (2005). Contrasting contributions of phonological short-term memory and long-term knowledge to vocabulary learning in a foreign language. *Memory (Hove, England)*, 13(3-4), 422–429.
- McElree, B. (2006). Accessing recent events. In B. H. Ross (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (pp. 155–200). Elsevier Academic Press.
- Melton, A. W. (1963). Implications of short-term memory for a general theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 2(1), 1-21.
- Michas, I. C., & Henry, L. A. (1994). The link between phonological memory and vocabulary acquisition. *British Journal of Developmental Psychology*, 12(2), 147–163.
- Miller, G. A. (1989). George A. Miller. In G. Lindzey (Ed.), *A history of psychology in autobiography* Vol. 8, pp. 390–418). Stanford University Press.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
- Nairne, J. S., & Neath, I. (2001). Long-term memory span. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 134-135.
- Nairne J. S. (2002). Remembering over the short-term: the case against the standard model. *Annual Review of Psychology*, 53, 53–81.
- Neath I. (1997). Modality, concreteness, and set-size effects in a free reconstruction of order task. *Memory & Cognition*, 25(2), 256–263.
- Norris D. (2017). Short-term memory and long-term memory are still different. *Psychological Bulletin*, 143(9), 992–1009.
- Oztekin, I., Davachi, L., & McElree, B. (2010). Are representations in working memory distinct from representations in long-term memory? Neural evidence in support of a single store. *Psychological Science*, 21(8), 1123–1133.
- Page, M., & Norris, D. (1998). Modeling immediate serial recall with a localist implementation of the primacy model. In J. Grainger & A. M. Jacobs (Eds.), *Localist connectionist approaches to human cognition* (pp. 227–255). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Palladino, P., & Cornoldi, C. (2004). Working memory performance of Italian students with foreign language learning difficulties. *Learning and Individual Differences*, 14(3), 137–151.
- Papagno, C., Valentine, T., & Baddeley, A. (1991). Phonological short-term memory and foreign-language vocabulary learning. *Journal of Memory and Language*, 30(3), 331–347.
- Papagno, C., & Vallar, G. (1992). Phonological short-term memory and the learning of novel words: The effect of phonological similarity and item length. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 44A(1), 47–67.
- Papagno, C. (2018). I disturbi di memoria. In: Vallar G. & Papagno C. (a cura di), *Manuale di neuropsicologia*. Il Mulino, Bologna.
- Patterson, K., Graham, N., & Hodges, J. R. (1994). The impact of semantic memory loss on phonological representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6(1), 57–69.

- Poirier, M., Saint-Aubin, J., Mair, A., Tehan, G., & Tolan, A. (2015). Order recall in verbal short-term memory: The role of semantic networks. *Memory & cognition*, 43(3), 489–499.
- Poirier, M., & Saint-Aubin, J. (1996). Immediate serial recall, word frequency, item identity and item position. *Canadian Journal of Experimental Psychology = Revue Canadienne de Psychologie Experimentale*, 50(4), 408–412.
- Saint-Aubin, J., & Poirier, M. (1999). The influence of long-term memory factors on immediate serial recall: An item and order analysis. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 347–352.
- Salamé, P., & Baddeley, A. D. (1986). Phonological factors in STM: Similarity and the unattended speech effect. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 24(4), 263–265.
- Savill, N., Metcalfe, T., Ellis, A. W., & Jefferies, E. (2015). Semantic categorisation of a word supports its phonological integrity in verbal short-term memory. *Journal of Memory and Language*, 84, 128–
- Schacter, D. L., & Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? In D. L. Schacter & E. Tulving (Eds.), *Memory systems 1994* (pp. 1–38). The MIT Press
- Schweickert, R., Chen, S., & Poirier, M. (1999). Redintegration and the useful lifetime of the verbal memory representation. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 447–453.
- Schweickert, R. (1993). A multinomial processing tree model for degradation and redintegration in immediate recall. *Memory & Cognition*, 21, 168-175.
- Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 20(1), 11–21.
- Service, E., & Kohonen, V. (1995). Is the relation between phonological memory and foreign language learning accounted for by vocabulary acquisition? *Applied Psycholinguistics*, 16(2), 155-172.
- Service E. (1992). Phonology, working memory, and foreign-language learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 45(1), 21–50.
- Shallice, T., & Vallar, G. (1990). The impairment of auditory-verbal short-term storage. In G. Vallar & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (pp. 11–53). Cambridge University Press.
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: a neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 261–273.
- Squire, L. R., Stark, C. E., & Clark, R. E. (2004). The medial temporal lobe. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 279–306.
- Squire L. R. (2009). The legacy of patient H.M. for neuroscience. *Neuron*, 61(1), 6–9.
- Stothard, S. E., Snowling, M. J., Bishop, D. V., Chipchase, B. B., & Kaplan, C. A. (1998). Language-impaired preschoolers: a follow-up into adolescence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 41(2), 407–418.
- Stuart, G. P., & Hulme, C. (2009). Lexical and semantic influences on immediate serial recall: A role for redintegration. In A. S. C. Thorn & M. P. A. Page (Eds.), *Interactions between short-term and long-term memory in the verbal domain* (pp. 157–176). Psychology Press.
- Stuart, G., & Hulme, C. (2000). The effects of word co-occurrence on short-term memory: associative links in long-term memory affect short-term memory performance. *Journal of Experimental Psychology. Learning, memory, and cognition*, 26(3), 796–802.
- Surprenant, A. M., & Neath, I. (2009). The nine lives of short-term memory. In A. S. C. Thorn & M. P. A. Page (Eds.), *Interactions between short-term and long-term memory in the verbal domain* (pp. 16–43). Psychology Press.
- Trojano, L., & Grossi, D. (1995). Phonological and lexical coding in verbal short-term memory and learning. *Brain and Language*, 51(2), 336–354.
- Trojano, L., Stanzone, M., & Grossi, D. (1992). Short-term memory and verbal learning with auditory phonological coding defect: a neuropsychological case study. *Brain and Cognition*, 18(1), 12–33.

- Vallar, G., & Baddeley, A. D. (1984). Fractionation of working memory: Neuropsychological evidence for a phonological short-term store. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 23(2), 151–161.
- Vallar, G., Di Betta, A. M., & Silveri, M. C. (1997). The phonological short-term store-rehearsal system: patterns of impairment and neural correlates. *Neuropsychologia*, 35(6), 795–812.
- Vallar, G., Papagno, C., & Baddeley, A. D. (1991). Long-term recency effects and phonological short-term memory. A neuropsychological case study. *Cortex*, 27(2), 323–326.
- Vallar, G., & Papagno, C. (1995). Neuropsychological impairments of short-term memory. In A. D. Baddeley, B. A. Wilson, & F. N. Watts (Eds.), *Handbook of memory disorders* (pp. 135–165). John Wiley & Sons.
- Walker, I., & Hulme, C. (1999). Concrete words are easier to recall than abstract words: Evidence for a semantic contribution to short-term serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(5), 1256–1271.
- Warrington, E. K., Logue, V., & Pratt, R. T. (1971). The anatomical localisation of selective impairment of auditory verbal short-term memory. *Neuropsychologia*, 9(4), 377–387.
- Watkins, O. C., & Watkins, M. J. (1977). Serial recall and the modality effect: Effects of word frequency. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3(6), 712–718.
- Wilson, B., & Baddeley, A. (1988). Semantic, episodic, and autobiographical memory in a postmeningitic amnesic patient. *Brain and Cognition*, 8(1), 31–46.