**Adattamenti dal capitolo di Sergio Melogno**

**La memoria di lavoro**

**nel libro di M. Orsolini (a cura di) *Quando imparare è più difficile*. Roma: Carocci**

# Lettura-studio guidata

| | **Attiviamo le nostre conoscenze** |
|---|---|
| **L'espressione memoria di lavoro ha un termine sicuramente noto, "memoria", e un termine familiare ma che probabilmente non ha il suo significato usuale, "lavoro".** | **Prima di iniziare a leggere il testo di Melogno prova a prevedere che cosa potrebbe significare *memoria di lavoro*.** Scrivi qui una lista di concetti che ti vengono in mente |

## 1. Architettura cognitiva della memoria di lavoro

| | **Studio** |
|---|---|
| La memoria di lavoro può essere definita come la capacità di trattenere temporaneamente informazioni durante il corso di un'attività mentale e, per questo, è stata paragonata ad una *lavagna mentale*. Tale immagine, anche se suggestiva, rischia di essere fuorviante. In effetti la memoria di lavoro non è (soltanto) uno spazio mentale su cui vengono depositate informazioni provenienti dall'esterno oppure dalla memoria a lungo termine, ma include nel suo funzionamento anche una serie di processi che regolano e coordinano le operazioni di elaborazione delle informazioni. | **Ecco una domanda con cui puoi rafforzare la comprensione del concetto chiave di questo paragrafo**<br><br>**Una *lavagna mentale è uno spazio in cui temporaneamente memorizziamo alcune informazioni*. Perché la memoria di lavoro non è soltanto una lavagna mentale? Provate a scrivere una risposta** |

| **Proviamo a dare concretezza al concetto di memoria di lavoro** |
| --- |
| **Descrivete brevemente una situazione di vita quotidiana in cui dovete temporaneamente trattenere informazioni in memoria e, parallelamente, elaborarle. Qualche situazione in cui non potete applicare schemi automatici, routines…La memoria di lavoro la utilizziamo ogni volta che dobbiamo elaborare in modo nuovo qualcosa, oppure quando le informazioni da tenere in memoria sono nuove.** |

| | |
|---|---|
| La psicologia cognitiva ha proposto differenti modelli di memoria di lavoro, di cui il più accreditato in letteratura è il cosiddetto modello standard, *un'architettura funzionale* delineata da Baddeley ed Hitch per la prima volta a metà degli anni Settanta e in seguito varie volte rivisitata (Baddeley, Hitch, 1974; Baddeley, 2000; 2003; 2006).<br>Richiamiamo l'architettura funzionale del modello standard in base al quale sono state conseguite molte delle conoscenze di cui forniremo un quadro essenziale.<br>Nella prima versione del modello standard, la memoria di lavoro viene concepita come un sistema complesso in cui l'attività di due servosistemi (*slave systems*), il **ciclo fonologico** (*phonological loop*) e il **taccuino visuo-spaziale** (*visual-spatial sketch pad),* risulta coordinata e controllata da una componente sovraordinata: l'**esecutivo centrale** (*central executive*). I servosistemi sono specializzati nel trattare rispettivamente materiale di tipo verbale e di tipo visuo-spaziale, e, a loro volta, sono frazionabili in sotto-componenti con meccanismi funzionali specifici (Baddeley, Hitch, 1974). Nel tentativo di rendere conto di alcuni fenomeni non interpretabili in base al modello tripartito, di recente è stato incorporato un quarto servosistema, il **buffer episodico** (*episodic buffer*) (Baddeley, 2000) specializzato per materiale di tipo multimodale. | **Quali parole hanno un significato "specialistico" in questo paragrafo?** |

**Guardate lo schema della figura 1. Nel riquadro in alto dovrebbe esserci scritto….**

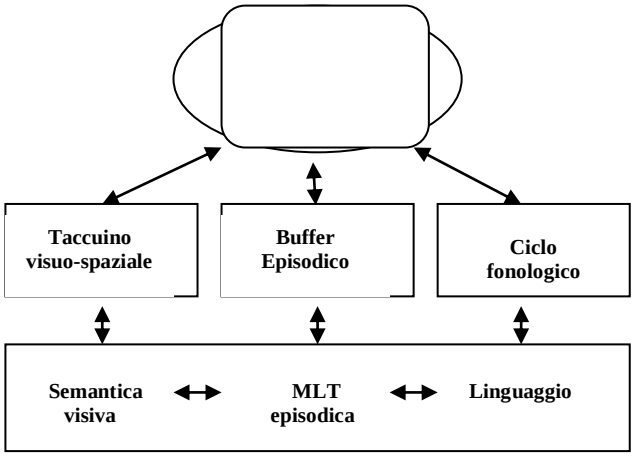



Fig.1 - Modello "standard" (adattato da Repovs e Baddeley, 2006)

| | |
|---|---|
| Il **ciclo fonologico** è costituito da due sotto-componenti: il *magazzino fonologico* e la *ripetizione subvocalica* o *ripasso articolatorio*. Il primo è una sorta di deposito che conserva informazioni di tipo verbale in quantità limitata e per un breve tempo (circa due secondi), dopo di che esse decadono. Il secondo è un processo che "rinfresca" le tracce (ripetendole sottovoce oppure mentalmente) impedendone la perdita, e facendole rientrare nel magazzino. Il materiale verbale uditivo accede direttamente al magazzino e, come si è detto, se interviene il ripasso può essere mantenuto più a lungo, mentre il materiale verbale scritto prima di arrivare al magazzino deve essere convertito nel codice fonologico dal ripasso articolatorio che dunque svolge anche questa importante funzione. Per misurare il ciclo fonologico si presentano di solito sequenze di cifre, chiedendo di rievocarle nello stesso ordine di presentazione (per es.: 7-9-3-1 → 7-9-3-1). Si ottiene così lo *span in avanti*, una misura che è data dal numero massimo di item (elementi) ricordati nella corretta sequenza. In età adulta lo span si approssima attorno alle 7 (più o meno 2) unità (Miller, 1956), tuttavia, | **Scrivete due domande con cui potete rafforzare la comprensione dei concetti chiave di questo paragrafo** |

| | |
|---|---|
| quando si raggruppano gli item in base a relazioni di significato la quantità di informazioni rievocabile si espande. Si è anche notato che qualsiasi condizione interferisca con la codifica delle informazioni da parte del magazzino o con la reiterazione articolatoria invece lo riduce. Ad esempio, lo span è più basso se gli item sono fonologicamente simili (*effetto di somiglianza fonologica*) oppure se sono costituiti da parole lunghe, che richiedono un tempo maggiore per essere articolate (*effetto lunghezza*). Inoltre si abbassa se durante la presentazione degli item, viene impegnato il ripasso articolatorio (con la richiesta di ripetizione monotona di una sillaba: la-la-la), impedendo in tal modo di rinfrescare l'informazione (*effetto di soppressione articolatoria*). Oppure se, durante o immediatamente dopo la presentazione degli item, si viene esposti ad altro materiale di tipo verbale (*effetto del discorso inatteso*) che interferisce con l'immagazzinamento e/o la rievocazione. | |

| Ecco un test per voi |
|---|
| Leggete<br><br>**TAVOLO CASA LUMACA QUADERNO IMBUTO BARCA PINO**<br><br>Ora coprite la lista di parole con un foglio bianco<br><br>Ora provate a riordinarle alfabeticamente nella vostra mente<br><br>Quali componenti della memoria di lavoro sono impegnate in questo compito? |

**Quali compiti a scuola potrebbero essere particolarmente difficili per studenti che hanno un magazzino fonologico "deficitario"? Ad esempio per uno studente di 15 anni che ascoltando una serie di 5 parole riesce a ricordarne solo 3?**

| | |
|---|---|
| Il **taccuino visuo-spaziale** è formato da due sotto-componenti: un *magazzino* (*visual cache*) che svolge la funzione più passiva di deposito di informazioni visive (forme, colori, tessiture e orientamenti di oggetti) ed un *processo di ripetizione* (*inner scribe*) in grado di ripassare l'informazione ossia di rinfrescare la tracce presenti nel *visual cache* (Logie, 1995). Ricordare le caselle annerite della matrice A, a cui si è stati esposti per qualche istante, riproducendole nella matrice B (vedere la Fig. 2 sotto), è un tipico compito, detto *Visual Patterns Task*, che permette di misurare il mantenimento di informazioni visive.<br>Il fatto che il mantenimento di informazioni visuo-spaziali non sia compromesso da un compito concomitante di natura verbale, mentre viene compromesso da un compito concomitante di natura visuo-spaziale (Logie, Zucco e Baddeley, 1990), è una prova che esistono magazzini diversi per questi due tipi di materiale. Varie ricerche hanno anche evidenziato che vi sono processi distinti per la memorizzazione di informazioni visive e di informazioni spaziali (Logie, 1995) e a seconda che tali informazioni vengano presentate sequenzialmente o simultaneamente (Pickering et al., 2001; Cornoldi e Vecchi, 2003). | Con quale domanda verificheresti la comprensione di questo paragrafo? |

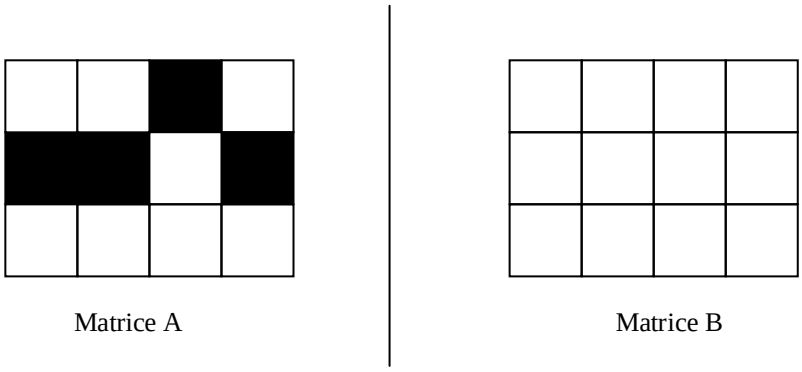
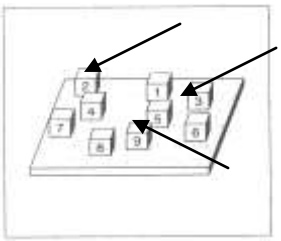
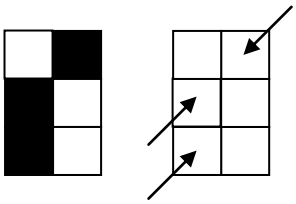
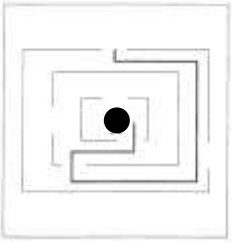



**Fig. 2 – Visual Patterns Task**

| **Tabella 1 - Compiti per il taccuino visuo-spaziale** | | |
|---|---|---|
| **Memoria di blocchi:** il somministratore indica una sequenza di blocchi (es. tocca col dito indice prima il blocco 2 poi il 5 poi il 9, i numeri sono visibili solo all'adulto) e il partecipante ripete la stessa sequenza di posizioni | **Memoria di pattern visivi:** il somministratore mostra per alcuni secondi la matrice con i quadrati neri, poi la toglie e il partecipante indica in una matrice bianca quali quadrati erano anneriti. | **Memoria di labirinti:** il somministratore mostra come si esce da un labirinto e il partecipante riproduce il percorso grafico |
|  |  |  |

| **Quali compiti a scuola richiedono a vostro avviso un efficiente taccuino visuo-spaziale? Spiegate la risposta..** |
|---|
| |

| | |
|---|---|
| Il **buffer (magazzino) episodico,** è una componente della memoria di lavoro che può spiegare l'influenza della memoria a lungo termine sulla memoria di lavoro. Ad esempio può spiegare l'incremento di span che si ottiene quando le parole da ricordare in un compito possono essere raggruppate in unità più ampie (*chunks*). Ad esempio, un partecipante raggruppa le parole *penna, libro, computer, fogli* in una categoria funzionale di "cose che stanno sul tavolo" e ricorda facilmente questa lista.<br>Il ciclo fonologico non prevede infatti alcun meccanismo in grado | Formula una domanda di "perché" a proposito del contenuto di questo paragrafo, e poi scrivi una risposta… |

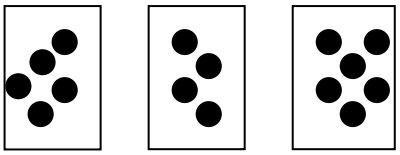
| | |
|---|---|
| di procedere a questa aggregazione e dunque non si capisce, facendo riferimento ad esso, non solo come si costituiscono i *chunks* ma anche dove sono depositati una volta generati. Anche il fatto che si ricordino più facilmente parole che sono collegate semanticamente rispetto a parole che non lo sono non si spiega in rapporto ai soli meccanismi funzionali del ciclo. L'esistenza del **buffer episodico** riuscirebbe a spiegare questi fenomeni ed altre evidenze neuropsicologiche ricavate dai pazienti amnesici.<br>In concreto, il buffer episodico attinge rappresentazioni dalla memoria a lungo termine per organizzare le informazioni che riceve dagli altri servosistemi, le integra in una rappresentazione multimodale - in un "episodio" dotato di significato - e le mantiene temporaneamente (per un tempo più lungo rispetto a quello del ciclo o del taccuino visuo-spaziale) per permetterne la manipolazione attiva. | |

| |
|---|
| Ascoltiamo un breve discorso di un politico e cerchiamo di ricordarlo per riferirlo ad un collega con cui ci piace discutere.<br>Quando ricordiamo un discorso subito dopo averlo ascoltato, quali componenti della memoria di lavoro abbiamo utilizzato? |

| | |
|---|---|
| L'**esecutivo centrale** svolge l'attività di supervisione, controllo e coordinazione delle informazioni che provengono dai servosistemi ed esercita, anzitutto, una funzione di controllo volontario dell'attenzione. La ricerca è riuscita ad isolare per via sperimentale almeno tre specifici meccanismi funzionali: l'inibizione, l'aggiornamento (*updating*) e lo shifting (Miyake et al., 2000; | Con quale domanda verificheresti la comprensione di questo paragrafo? |

| | |
|---|---|
| vedere il capitolo sulle funzioni esecutive). Il primo consiste nella capacità di inibire informazioni non pertinenti ossia irrilevanti rispetto al compito che si sta eseguendo. Il secondo permette di sostituire in modo preciso e continuo informazioni già presenti in memoria con nuove informazioni in ingresso "aggiornando" continuamente gli elementi che devono essere mantenuti attivi. Il terzo consente, invece, di spostarsi in maniera flessibile da un compito all'altro, oppure dall'uso di una strategia all'altra. La misura classica dell'esecutivo centrale, lo *span all'indietro*, consiste nella rievocazione di serie di cifre nell'ordine inverso a quello di presentazione ( per es.: 7-9-3-1→ 1-3-9-7). Come è facile notare, differentemente dallo span in avanti, richiede non soltanto di mantenere delle informazioni, ma anche di procedere ad un'elaborazione, corrispondente all'inversione della sequenza. | |

**Tabella 3 – Compiti per l'esecutivo centrale**

| **Listening Recall:** il partecipante giudica singole frasi (V o F) e poi ripete l'ultima parola di ogni frase | **Memoria di conteggi:** il partecipante conta i puntini dei singoli cartoncini e poi ripete in ordine i risultati dei conteggi | **Memoria di cifre all'indietro:** il partecipante ripete serie di cifre all'indietro |
|---|---|---|
| Il latte e il tè si bevono a colazione<br>*(Vero)*<br>Il deserto è un'immensa distesa d'acqua senza i pesci<br>*(Falso)*<br>*(Colazione-Pesci)* |  <br>5,4,6 | 9…5…2 *(2…5…9)* |

In sintesi: la memoria di lavoro è un sistema multicomponenziale che mantiene accessibili durante le attività cognitive rappresentazioni derivanti sia da input esterni che da informazioni recuperate dalla memoria a lungo termine. Ha capacità limitata e, per questo, risente del sovraccarico di informazioni e/o di processi elaborativi da svolgere (*load effect*), oltre ad essere particolarmente sensibile ad interferenze di vario genere. Viene misurata mediante *span semplici* e *span complessi* che richiedono, nel primo caso, soltanto il mantenimento dell'informazione e, nel secondo, il mantenimento e l'elaborazione.

Completa questa frase:

La memoria di lavoro ha una **capacità limitata** e, per questo motivo, risente del **sovraccarico** determinato sia da una **quantità eccessiva di informazioni da tenere nel magazzino temporaneo** sia dalla **complessità ……** da svolgere.

**2. La memoria di lavoro nello sviluppo atipico**

Le ricerche che, impiegando come riferimento il modello standard, hanno studiato i disturbi neuroevolutivi non hanno evidenziato un unico profilo, ma, a seconda del disturbo, hanno rilevato differenti punti di forza e di debolezza. Inoltre i deficit possono essere più o meno selettivi e interessare soltanto singole componenti o addirittura specifiche sotto-componenti e meccanismi funzionali della memoria di lavoro, come vedremo ora.

Un'area di associazione tra difficoltà di memoria di lavoro e disturbi di sviluppo è quella dei disturbi specifici di apprendimento (DSA). Si è notato che circa l'80% dei bambini che riportano punteggi bassi (inferiori al 10° percentile) in compiti di memoria di lavoro (soprattutto quelli che richiedono l'esecutivo centrale) presentano difficoltà in matematica e/o in lettura (Gathercole e Alloway, 2008). Tali punteggi costituiscono dei buoni predittori del rendimento scolastico (Gathercole e Alloway, 2008). Alloway e Alloway (2010) hanno condotto uno studio longitudinale con 98 bambini valutati una prima volta a 5 anni e una seconda volta 6 anni dopo, quando avevano circa 11 anni. Sono state somministrate misure standardizzate di memoria di lavoro, di QI (WPPSI e WISC III) e, limitatamente alla seconda valutazione, di apprendimento. Dai risultati è emerso molto chiaramente che le abilità di memoria di lavoro predicono più del QI le abilità in lettura e in matematica.

Le ricerche che hanno studiato il rapporto tra memoria di lavoro e DSA convergono su alcuni punti. Pickering (2006a), studiando i bambini con dislessia, ha rilevato prestazioni basse in alcune misure del ciclo fonologico e dell'esecutivo centrale. In merito al coinvolgimento del ciclo fonologico, è degno di nota che bambini dislessici che nell'età prescolare hanno avuto un disturbo del linguaggio (DSL) siano più poveri nei compiti di rievocazione di non parole dei bambini dislessici senza pregresso DSL (Brizzolara e Casalini, 2002).

Un'ipotesi largamente condivisa è che i processi più attivi della memoria di lavoro collegati all'esecutivo centrale abbiano un ruolo di primo piano nella comprensione del testo scritto e nel problem solving matematico (Palladino et al., 2002; Vukovic e Siegel, 2006; Passolunghi e Pazzaglia, 2004, 2005; Carretti et al., 2005; Passolunghi, 2006). In questi compiti due meccanismi cruciali sono l'inibizione, che sopprime "on line" l'attivazione di informazioni irrilevanti, e l'*udpating*, che permette

di aggiornare l'informazione. Sia per comprendere un testo che per risolvere un problema matematico occorre mantenere, selezionare e sostituire, in maniera puntuale e veloce, informazioni presenti nello "spazio di lavoro".

Gli studi che hanno cercato di identificare il ruolo delle varie componenti della memoria di lavoro nel calcolo aritmetico hanno conseguito risultati divergenti. Secondo Fuerst e Hitch (2000) il ciclo fonologico è fondamentale nei calcoli semplici, in quanto permette di mantenere temporaneamente l'informazione (ad esempio, i singoli numeri e i risultati parziali), ma, se le procedure da utilizzare si fanno più complesse (richiedendo, per esempio, l'uso del riporto) entra in azione l'esecutivo centrale. Noël, Seron e Trovarelly (2004) hanno dimostrato che misure del ciclo fonologico e dell'esecutivo centrale alla fine della scuola dell'infanzia predicono le strategie di calcolo utilizzate dai bambini agli inizi della scuola primaria. Geary (1993) studiando i disturbi dell'apprendimento matematico ha identificato un sottotipo, definito visuo-spaziale, in cui si osservano deficit in abilità collegate al taccuino visuo-spaziale che si manifestano con errori di incolonnamento nelle operazioni scritte e di scrittura dei numeri in codice arabico.

Il disturbo da deficit dell'attenzione/iperattività (DDAI) presenta tre nuclei deficitari: l'attenzione, l'iperattività e l'impulsività. In base a questi nuclei si identificano tre sottotipi in cui possono essere prevalenti sintomi dell'uno o dell'altro nucleo (tipo prevalentemente disattento e tipo impulsivo/iperattivo) oppure combinati (tipo combinato).

I bambini con DDAI del secondo e terzo sottotipo presentano deficit nelle funzioni esecutive con difficoltà molto marcate nei processi inibitori. Osservati sul piano comportamentale, nei primi anni di scuola manifestano difficoltà di *self-control,* iperattività ed impulsività. Deficit più sottili nelle funzioni esecutive possono colpire le abilità di panificazione e di organizzazione ma sono spesso visibili solo successivamente. Nei bambini con sottotipo disattento vi sono pattern di comportamento qualitativamente diversi, che includono problemi nel mantenere l'attenzione per il corso di attività prolungate. In merito a quest'aspetto, si è ipotizzata un'incapacità nel mantenere rappresentazioni mentali attive e nell'usarle come guida del comportamento, abilità associata con le funzioni della memoria di lavoro. Non a caso bambini precocemente identificati per le loro basse prestazioni in compiti standardizzati di memoria di lavoro manifestano dal punto di vista comportamentale numerosi sintomi inattentivi. Esplorando i profili cognitivi e comportamentali di 308 bambini con deficit di memoria di lavoro, identificati attraverso uno screening su oltre 3000 bambini, Alloway e colleghi (2009a) hanno evidenziato alti livelli di distraibilità, problemi nel monitoraggio delle attività cognitive, span attentivi limitati e difficoltà a generare nuove soluzioni ai problemi. Da un altro studio di Alloway, Gathercole e Elliott (2010) è invece emerso che i bambini con DDAI del terzo sottotipo (combinato) manifestano molti comportamenti caratteristici dei bambini con deficit di memoria di

lavoro. Passolunghi, Marzocchi e Fiorillo (2005) hanno trovato un'interessante differenza confrontando bambini con DDAI e bambini con disabilità matematiche a questo test. Ambedue i gruppi hanno prestazioni inferiori ai controlli, tuttavia, mentre i bambini con disabilità matematica faticano nell'inibire informazioni irrilevanti di tipo numerico (nel testo del problema), i bambini con DDAI sono influenzati negativamente soprattutto da altre informazioni irrilevanti di tipo verbale.