

## ATTENZIONE E MEMORIA

Dario Salmaso  
(Ricercatore di II fascia)

Istituto di Psicologia del CNR  
Viale Marx 15  
00137 Roma

In: L. Caldana (Editor), La riabilitazione della memoria dopo danno cerebrale.  
Marrapese, Roma, pp. 41-56.

Maggio 90

---

Relazione presentata al convegno "Riabilitazione della memoria dopo danno cerebrale". Vicenza, 21-24 febbraio 1990.

## Riassunto

I processi mentali, analogamente a quelli fisici, si svolgono all'interno delle dimensioni spaziali e temporali e richiedono, per il loro svolgimento, energia.

Attenzione, memoria e percezione dipendono strettamente da queste dimensioni e la spiegazione quindi per un set di fenomeni può aiutare ad elucidare gli altri. Questo approccio è conosciuto come information processing approach e potrebbe risultare particolarmente utile e stimolante in alcuni settori di ricerca come quello dell'invecchiamento fisiologico e patologico o come nel caso della riabilitazione cognitiva.

Limitazioni temporali, di spazio e di energia disponibili possono essere causa di alterazione o di limitazione della performance umana in diverse funzioni cognitive. È possibile che il ritmo con cui le operazioni mentali vengono eseguite vari in funzione delle quantità energetiche disponibili e tali quantità potrebbero variare tra gli individui e in funzione di differenti stati patologici. Se il ritmo con cui vengono sistemati i mattoni di una casa da 2 diversi muratori è maggiore per l'uno rispetto all'altro, l'obiettivo finale di terminare la casa sarà raggiunto prima da uno dei due; il tempo guadagnato da chi finisce prima potrà essere dedicato ad altre attività, come l'abbellimento estetico della costruzione.

Ci potrebbe essere un vantaggio consistente, ritornando alle operazioni cognitive, per chi esegue più velocemente alcune operazioni mentali, in quanto tutta l'attività mentale è un continuo processo di elaborazione di informazioni che altrimenti andrebbero perdute, rendendo meno efficiente il sistema uomo. Si assume che un ritmo più elevato di elaborazione rappresenti un vantaggio biologico importante per la specie e per l'individuo.

Ci sono 2 settori in cui tali nozioni sono state applicate con successo: l'intelligenza e l'invecchiamento. In entrambi i casi è stato ipotizzato che le differenze individuali siano spiegabili sulla base di differenti efficienze neurali, a loro volta dipendenti dal ritmo con cui vengono eseguite le operazioni mentali. Si ritiene che ci sia una considerevole potenza esplicativa in una nozione come questa, che permette di spiegare contemporaneamente sia differenze quantitative che qualitative.

## PARTE PRIMA: Spazio, tempo ed energia

I processi mentali, analogamente a quelli fisici, si svolgono all'interno delle dimensioni spaziali e temporali e richiedono, per il loro svolgimento, energia.

Una conoscenza comune per ciascuno di noi e' quella che riguarda il tempo che si impiega ad es. per percorrere un tratto di strada di 100 mt o un tratto di 1 km: qualsiasi sia il mezzo che impiegheremo, anche "a piedi", per il secondo tratto impiegheremo più tempo. Un'altra conoscenza comune e' il tempo che abbiamo impiegato, prima che comparissero calcolatrici e calcolatori, per eseguire una moltiplicazione di 2 cifre o di 4 cifre. Analogamente ai processi fisici, anche le funzioni mentali hanno la caratteristica principale di svolgersi nel tempo. Di molte di queste funzioni, pur avendo molta esperienza, abbiamo tuttavia poca coscienza, non ci accorgiamo cioè che il fattore temporale impone dei limiti molto precisi su ciò che riusciamo a fare.

Per studiare come il fattore temporale influisce sulla nostra attività mentale si parte da un principio molto semplice: il nostro cervello impiegherà più tempo a svolgere un compito che richiede, rispetto ad un altro, un'operazione mentale aggiuntiva e che la differenza tra i due compiti, così costituita, rappresenta una stima della durata di tale operazione (cfr. Umiltà, 1982). Uno degli esempi più noti di applicazione di questo principio e' quello conosciuto come paradigma di Posner. Due lettere dell'alfabeto sono presentate insieme per un giudizio di uguaglianza o diversità, dove l'uguaglianza può essere stabilita a vari livelli di complessità, attraverso l'impiego di strategie visive (identità fisica) o semantiche (identità di classe), come e' illustrato nella figura successiva (figura 1).

Il tempo che occorre per decidere dell'uguaglianza degli stimoli presentati e' molto maggiore per l'identità di classe rispetto all'identità fisica. Qualcosa di equivalente accade (Posner, Lewis & Conrad, 1972) quando invece di lettere vengono presentate parole appartenenti a 2 categorie diverse come piante o animali: anche in questo caso quando le parole condividono la doppia identità, fisica e di classe, il giudizio e' molto più rapido di quando l'uguaglianza debba essere stabilita solo sulla II (figura 2).

FIGURA 1

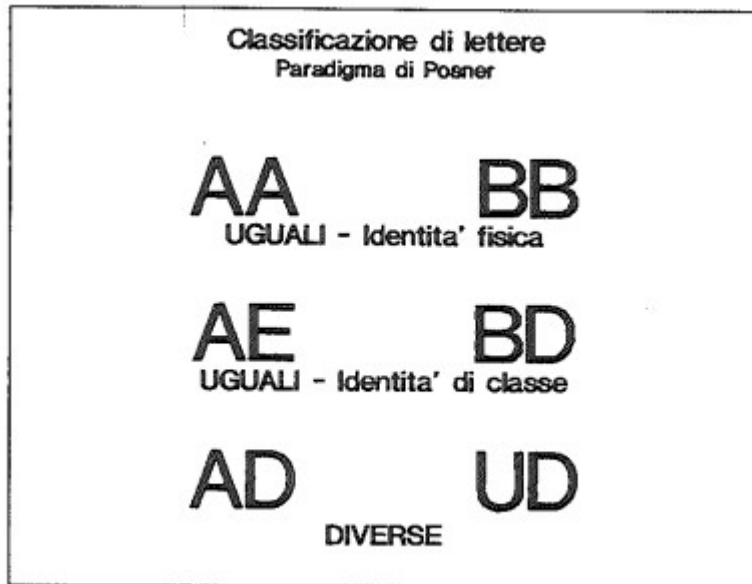
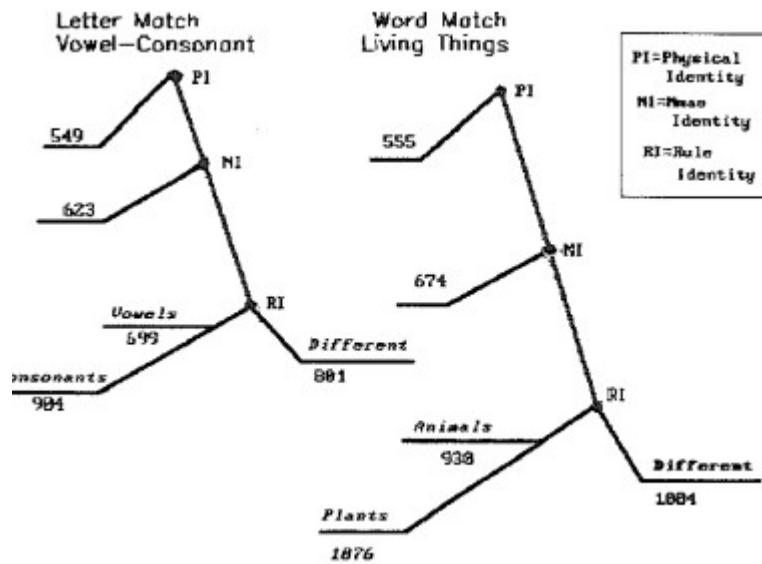
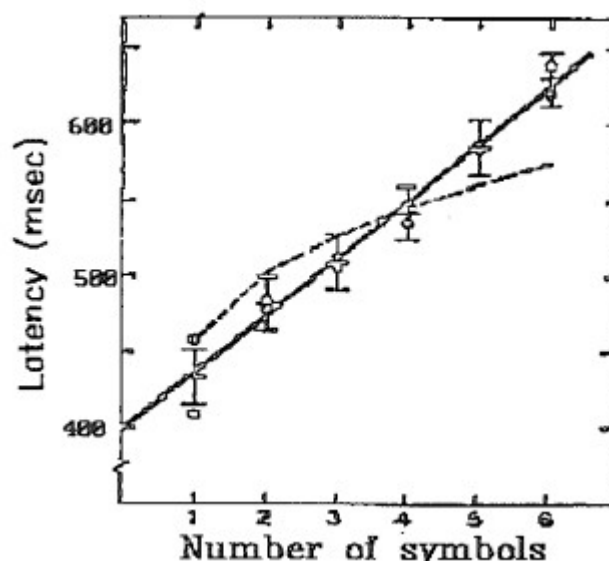


FIGURA 2



Un altro paradigma classico per illustrare il fattore temporale nell'elaborazione cognitiva e' quello di Sternberg (1966): quando ad un soggetto viene chiesto di dire se uno stimolo-test era contenuto in una sequenza di items precedentemente presentati, il tempo di reazione aumenta linearmente con la lunghezza della sequenza. Si veda la figura 3.

FIGURA 3



Molti altri esempi potrebbero essere portati a supporto della tesi che anche i processi mentali richiedono tempo per la loro esecuzione e che questo tempo e' dipendente dalla complessità dei processi implicati.

Le situazioni di vita reale sono condizioni in cui quasi mai vengono riproposte le condizioni di laboratorio. Il fatto tuttavia che siano più complesse non ci impedisce comunque di dire che le situazioni reali possono essere scomposte in singole operazioni, le cui caratteristiche possono pertanto essere studiate in laboratorio. Inoltre molte situazioni di vita reale possono essere semplicemente ripetitive, cioè anziché richiederci una risposta ad uno stimolo, possono imporci una serie successiva di risposte a seguito di una serie successiva di segnali. Studiare le singole caratteristiche di uno stimolo e di una risposta può pertanto permetterci in futuro di studiare situazioni più complesse e costruire modelli che si adattano ad esse.

Un'altra dimensione su cui i processi cognitivi vanno inquadrati e' quella dello spazio. In un lavoro ormai classico del 1956 George Miller ha scoperto che

il numero di elementi distinti che possono essere mantenuti nella memoria a breve termine e' di  $7 \pm 2$ . E in un nostro lavoro recente (Salmaso e Viola, 1989) abbiamo potuto constatare un'assoluta costanza nel numero medio di elementi riportati indipendentemente dalla lunghezza delle serie effettivamente presentate ai soggetti. Ogni processo che avviene nel cervello e' generalmente un processo attivo, più che una mera registrazione passiva di stimoli, quale potrebbe accadere in un registratore: la traccia costruita in memoria e' soggetta a un rapido processo di decadimento che puo' essere arrestato solo con un'ulteriore elaborazione in modo che essa possa essere "depositata" in un qualche sistema permanente di memoria a lungo termine.

Uno degli esempi più classici di cio' e' quello conosciuto come partial-report, studiato da Sperling (1960). (Figura 4). Nel suo lavoro, quest'autore presento' un gruppo di 12 lettere per  $1/20$  di secondo seguito da un tono che segnalava quale riga doveva essere riportata. Il numero di lettere che possono essere riportate e' in funzione del ritardo con cui viene dato il suono: nell'arco di un secondo c'e' un rapido decadimento dell'informazione, dopodiche' la quantità di informazioni disponibili si attesta sui livelli della memoria immediata (cfr barra della figura 4).

FIGURA 4

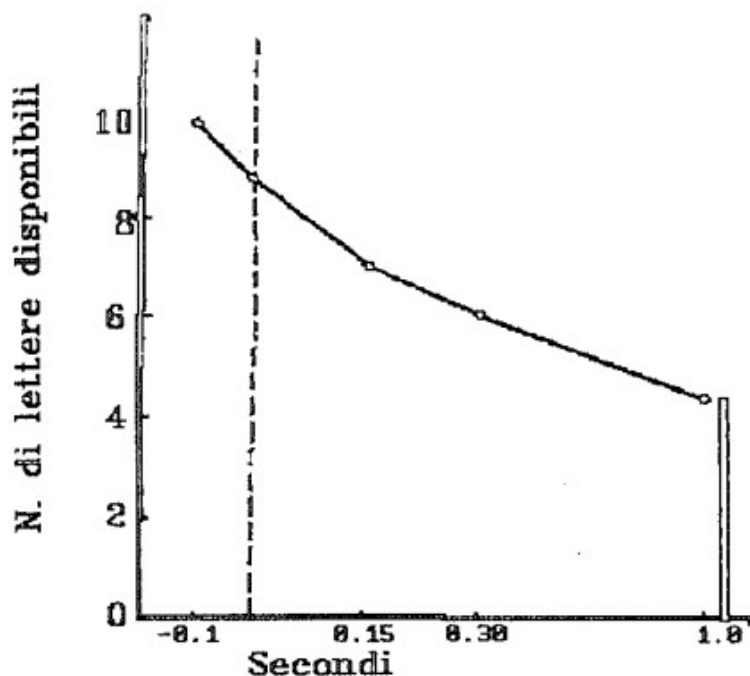


Fig.4 - Effetti prodotti dalla ritardata presentazione del suono sul numero di lettere correttamente rievocate (da Sperling, 1968).

Un altro esempio della durata temporale delle tracce di memoria e' quello che accade nel libero richiamo di una lista di parole: le parole presentate prima e quelle presentate per ultime sono ricordate meglio di quelle intermedie; le cause di questo effetto sono diversamente attribuite: il primo, il primacy effect, e' attribuibile ad un passaggio in memoria a lungo termine, mentre il secondo, il recency effect, viene attribuito alla memoria a breve termine. Se il richiamo della lista di parole e' ritardata di 15-20 secondi e viene impedito la rievocazione, scomparirà il recency effect, ma non il primacy.

L'ultimo concetto che deve essere introdotto e' quello relativo all'energia disponibile per le nostre funzioni mentali. Se mentre stiamo ad esempio eseguendo un compito motorio di abilità e precisione qualcuno ci parla avremo un calo della prima prestazione. Se un semplice compito di TR viene eseguito insieme ad un ugualmente semplice compito di memoria, avremo un calo delle prestazioni dell'uno e dell'altro. L'interpretazione che si dà in tutti questi casi e' che entrambi i compiti attingono ad una risorsa comune che e' limitata.

Fu Kahneman (1973) che per primo pose questo concetto di limitazione nell'energia disponibile per l'esecuzione delle operazioni mentali. La possibilità di eseguire una data attività dipende da quanto le altre hanno attinto alla capacità generale. Ci sono funzioni mentali che richiedono più energia e altre meno. Non si e' ancora arrivati a chiare conclusioni su quali siano le misure più appropriate dell'energia.

Alcuni risultati interessanti sono stati ottenuti attraverso la misurazione del diametro pupillare (Beatty, 1977). Tale tecnica si basa sul fatto che le variazioni dell'attività corticale si manifestano anche nelle porzioni periferiche del sistema nervoso, particolarmente nel sistema nervoso autonomo. Se ad es. un soggetto deve comparare due toni, la sua pupilla si dilaterà proporzionalmente alla difficoltà della discriminazione. Analogamente accade in un compito di memoria a breve termine: la pupilla si dilata man mano che vengono presentati gli elementi della lista, raggiungendo la massima dilatazione dopo che sono stati presentati tutti. Il diametro pupillare si restringe poi man mano che gli elementi della serie sono riportati (figura 5). Similmente accade quando viene chiesto di recuperare dalla LTM un numero di 7 cifre.

FIGURA 5

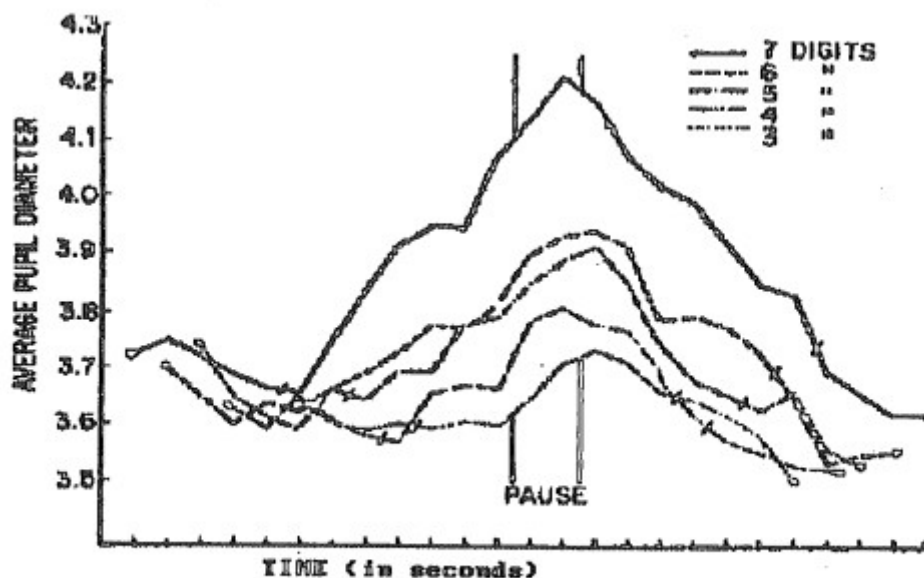


Fig. 5 - Diametro pupillare medio durante la presentazione e il richiamo di stringhe di diversa lunghezza (da Beatty, 1977).

Le operazioni mentali richiedono tempi diversi per la loro esecuzione ed assorbono quindi una quantità di energia differente. Secondo Kahneman negli stati iniziali di elaborazione, quelli sensoriali, lo sforzo richiesto è minimo, mentre aumenta quando ci si avvicina alla parte finale di risposta. Analogamente a quanto può accadere in una centrale elettrica, da cui non si può assorbire più energia di quanta ne viene prodotta, analogamente avviene per il sistema uomo. Ma esiste anche nei 2 sistemi, la centrale e l'uomo, la possibilità di compensare le variazioni di carico in modo da assicurare che nessuna attività essenziale decada al di sotto di limiti vitali.

L'uomo è generalmente più sensibile a certe caratteristiche (colore, dimensioni, contrasto, inclinazione, curvatura) rispetto ad altre; tale maggiore sensibilità determina un minor sforzo per la loro elaborazione. Esse fornendo un'organizzazione preliminare alla percezione, potrebbero essere alla base di alcuni meccanismi preattentivi di base. Ad esempio per la discriminazione di quadrati di diversa grandezza (all'incirca uno il doppio dell'altro) occorrono tempi diversi: il quadrato più grande richiede 18 msec in meno rispetto a quello più piccolo. Nella figura successiva (figura 6) si può invece vedere come si formi prima di tutto un "margine" tra le T e le T inclinate, ma non con le L. Ne consegue che l'orientamento delle linee potrebbe essere una caratteristica rilevante nelle prime fasi di elaborazione visiva (Treisman, 1987). Queste caratteristiche potrebbero inoltre esercitare uno specifico ruolo nella memorizzazione della informazione visiva.



FIGURA 6

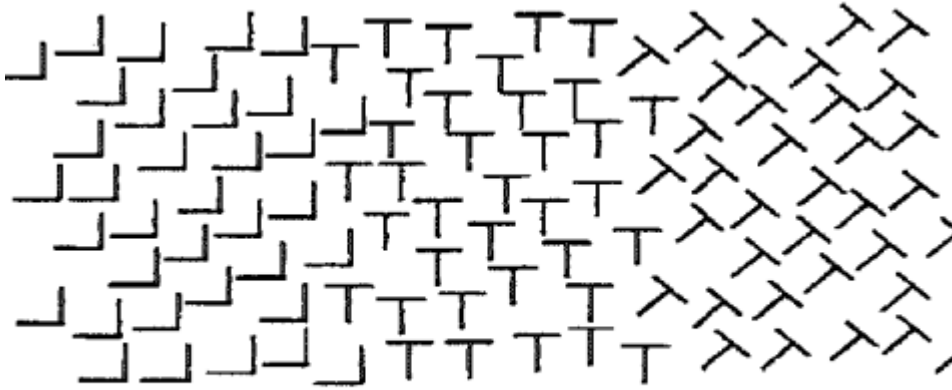


Fig. 6 - Le linee di margine che «saltano fuori» da una scena evidenziano caratteristiche semplici. Un margine emerge qui tra T e T inclinate, ma non con le L.

FIGURA 7

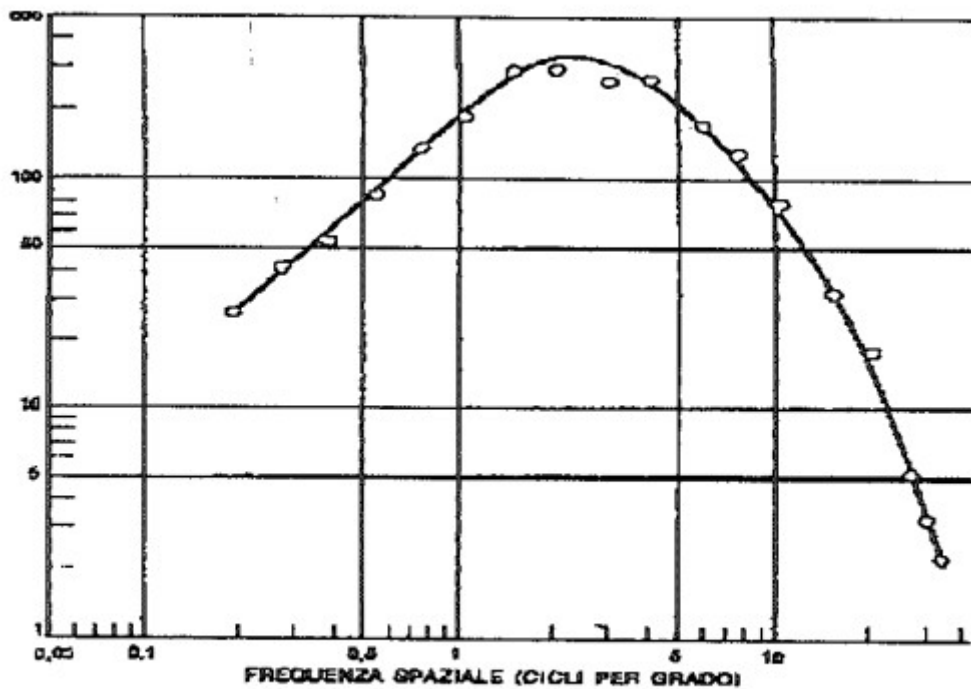


Fig. 7 - Sensibilità al contrasto in funzione della frequenza spaziale, nell'uomo.

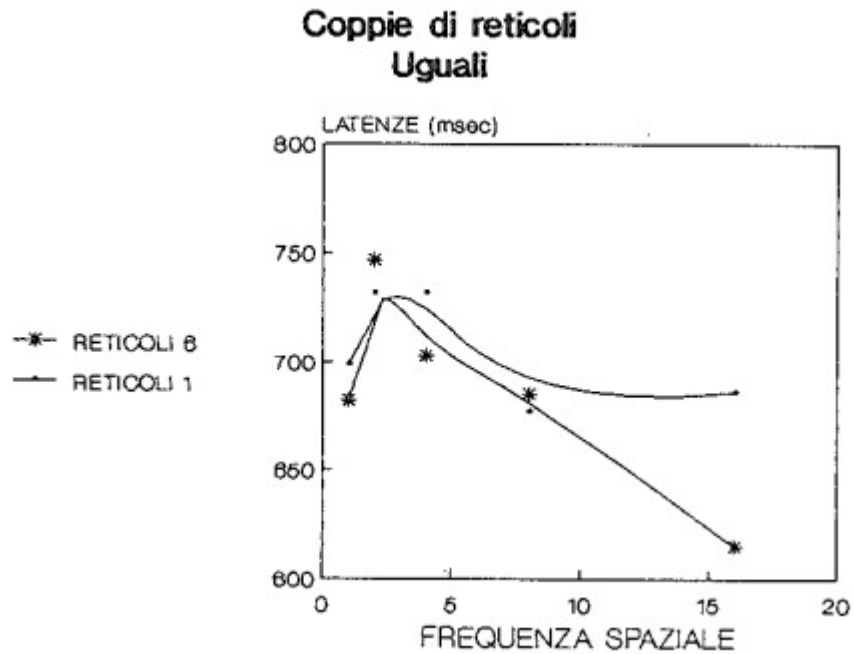
Ci sono attualmente 2 modelli sul come avviene la percezione visiva: il I e' quello di Hubel & Wiesel o modello dei rilevatori di caratteristiche, il II e' quello delle frequenze spaziali, secondo il quale ogni immagine visiva puo' essere considerata come una distribuzione di luminanza, scomponibile, secondo lo schema di Fourier, nelle sue componenti di frequenza (figura 7).

Tale decomposizione potrebbe essere attuata da 2 sistemi di filtraggio, uno sensibile alle componenti basse di frequenza, ma con alta risoluzione temporale, e uno sensibile a componenti alte di frequenza, ma con latenze di risposta più lunghe. Ci sono buone ragioni per credere che il modo di funzionare del sistema visivo almeno fino alla corteccia striata sia più accuratamente descritto come un sistema di filtraggio delle frequenze spaziali di un'immagine (De Valois & De Valois, 1980). Questo sistema potrebbe spiegarci perché, nonostante la degradazione ottica che avviene dell'immagine, sia possibile tuttavia averne una rappresentazione fedele. Ma il sistema potrebbe essere ancor più importante come un meccanismo preattentivo fondamentale che ci permette di separare le COSE in "figura" e "sfondo" (cfr. Navon & Norman, 1983; Julesz, 1975).

Una diretta implicazione dei meccanismi di decomposizione dell'immagine e del loro ruolo nelle funzioni cognitive ci viene dai seguenti esempi. Il tempo di reazione necessario a rispondere a stimoli periodici di diversa frequenza, per i quali era richiesta una semplice discriminazione sulla loro orizzontalità o verticalità, varia appunto in funzione della frequenza con una maggiore sensibilità per frequenze di 3-5 cicli/grado.

Immediatamente dopo la presentazione di uno stimolo, si forma una sua rappresentazione, un'icona, che dura per circa un secondo. La durata dell'icona di reticoli di diversa frequenza aumenta proporzionalmente con la frequenza stessa, cioè proporzionalmente al coinvolgimento dei canali sostenuti, canali con latenze di risposta più lunghe e che variano meno nel tempo rispetto ai canali transienti. In tutti i modelli sull'elaborazione dell'informazione e' sempre stato assegnato un qualche ruolo passivo alla memoria iconica; questi risultati debbono far riconsiderare questo ruolo in funzione di processi attivi già sin dagli stadi iniziali di elaborazione.

FIGURA 8



Si consideri infine l'influenza di questi fattori preliminari di analisi su un tipico compito cognitivo come quello di decidere se 2 pattern presentati visivamente sono o no uguali. Usando ancora una volta reticoli di diversa frequenza si ottiene una maggiore velocità di risposta per coppie di reticoli di 8 e 16 cicli/grado, frequenze per le quali l'icona è maggiore (figura 8).

## PARTE SECONDA: differenze nell'elaborazione dell'informazione.

Cio' che e' stato fin qui riportato serviva a dare maggior peso ad un approccio metodologico diverso allo studio delle funzioni cognitive, approccio che tenta di vedere le varie funzioni cognitive in modo integrato, senza per questo tuttavia rinunciare ad una loro analisi dettagliata. Attenzione, memoria, percezione sono collegate e la spiegazione quindi per un set di fenomeni puo' aiutare ad elucidare gli altri. Questo approccio e' conosciuto come information-processing approach e potrebbe risultare particolarmente utile e stimolante in alcuni settori di ricerca come quello dell'invecchiamento fisiologico e patologico o come nel caso della riabilitazione cognitiva. E' importante sottolineare che si tratta di un approccio, non di un insieme rigido di procedure (Kaszniak, Poon, Riege, 1986) e che il ricercatore o il clinico possono usarlo secondo gli specifici obiettivi che devono essere raggiunti. In entrambi i casi vi sarà tuttavia l'obiettivo comune di tentare di identificare le componenti delle funzioni studiate.

Per la sua costituzione biologica, l'uomo ha delle chiare limitazioni ad imbuto nelle sue prestazioni sensorie e motorie. Ha una visione chiara e distinta solo entro un certo ambito ristretto e quindi ad esempio per guardare il mondo che lo circonda deve analizzarlo pezzo per pezzo. Ci sono sostanzialmente 2 modelli da ricordare all'interno di questo approccio: uno e' quello di Broadbent (1958) e l'altro e' quello di Atkinson & Shiffrin (1968).

Nel I modello gli stimoli sono ricevuti dagli organi di senso e piazzati in memorie temporali di limitata capacità. A causa di un limite nella capacità di trattare l'informazione del canale centrale venne ipotizzato un filtro. L'informazione che superava tale limite poteva essere depositata nella LTM oppure inviata ai meccanismi effettori. Nel II modello sono previsti 3 magazzini: una memoria sensoriale, una memoria a breve termine in cui sono eseguite molte operazioni cosce e mantenuti risultati intermedi, ma fortemente limitata, e infine una memoria a lungo termine. Questi magazzini sarebbero regolati da processi di controllo che variano da compito a compito e da individuo e individuo.

Quale che sia il modello più appropriato per descrivere il "cognitivo", rimane tuttavia il fatto che esistono una sequenza di componenti che progressivamente trasformano l'informazione in input in rappresentazioni interne. Differenze individuali, sia nel normale che nel patologico, potrebbero esistere per il diverso tempo e per la diversa efficienza con cui ciascuna di queste operazioni viene eseguita (Salthouse, 1985). E' possibile anche che la sequenza con cui le varie componenti vengono eseguite possa mutare in funzione della diversa durata delle stesse componenti a causa delle dimensioni temporali e spaziali in cui esse si attuano, nonche' per l'energia globalmente disponibile dall'individuo. E' possibile che l'energia disponibile dipenda dallo stato di attivazione o di attenzione. Lo schema della figura 9 illustra questi principi.

FIGURA 9

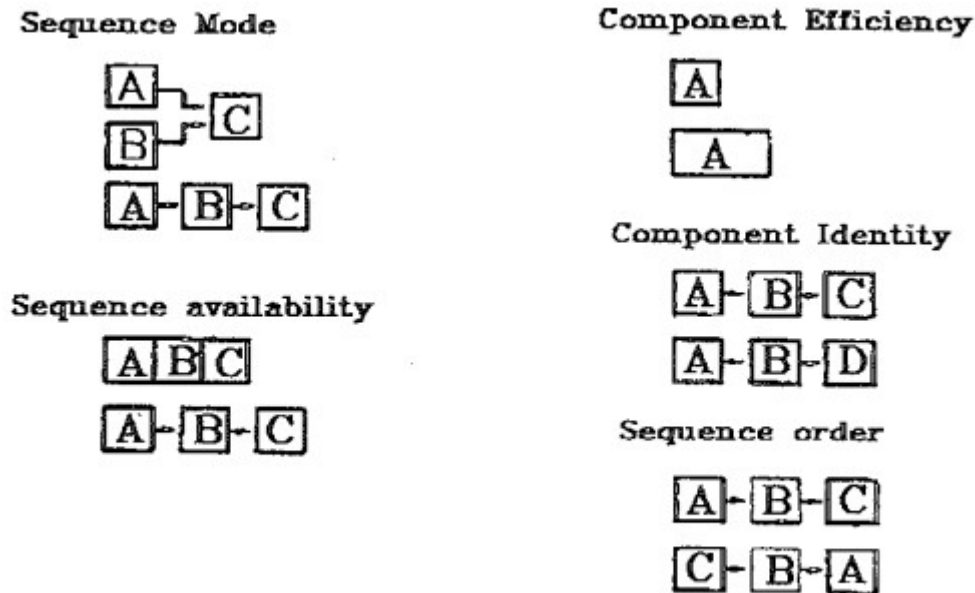


Fig. 9 - (da Salthouse, 1985, p. 80).

Limitazioni temporali, di spazio e di energia disponibili possono essere causa di alterazione o di limitazione della performance umana in diverse funzioni cognitive. Tali limitazioni non sono causate esclusivamente da fattori esterni all'individuo, come ad es. se noi manipoliamo il tempo di presentazione di uno stimolo, ma anche da fattori interni. Ad esempio una differenza nell'energia disponibile può indurre differenze qualitative e quantitative nella performance, dato che molte componenti necessarie ad essa non sono eseguite con la dovuta efficienza. È possibile che il ritmo con cui le operazioni mentali vengono eseguite vari in funzione delle quantità energetiche disponibili e tali quantità potrebbero variare tra gli individui e in funzione di differenti stati patologici. Se il ritmo con cui vengono sistemati i mattoni di una casa da 2 diversi muratori è maggiore per l'uno rispetto all'altro, l'obiettivo finale di terminare la casa sarà raggiunto prima da uno dei due; il tempo guadagnato da chi finisce prima potrà essere dedicato ad altre attività, come l'abbellimento estetico della costruzione.

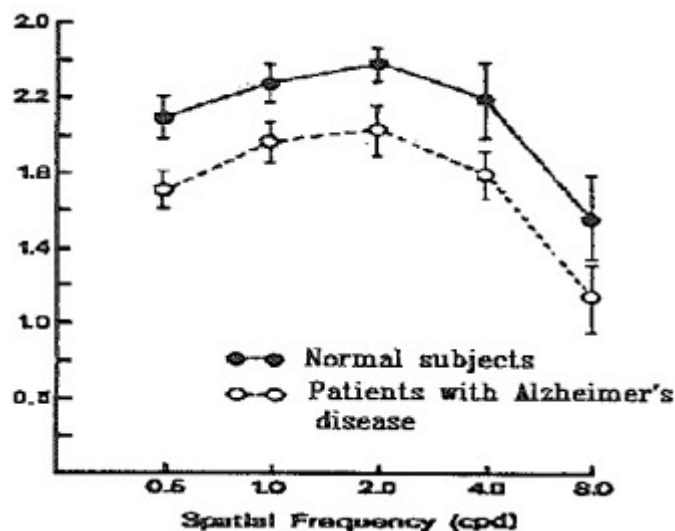
Ci potrebbe essere un vantaggio consistente, ritornando alle operazioni cognitive, per chi esegue più velocemente alcune operazioni mentali, in quanto, come abbiamo visto in precedenza, tutta l'attività mentale è un continuo processo di elaborazione di informazioni che altrimenti andrebbero perdute, rendendo meno efficiente il sistema-uomo. Si assume che un ritmo più elevato di elaborazione rappresenti un vantaggio biologico importante per la specie e per l'individuo.

Ci sono 2 settori di ricerca in cui tali nozioni sono state applicate con successo: l'intelligenza e l'invecchiamento. In entrambi i casi e' stato ipotizzato che le differenze individuali siano spiegabili sulla base di differenti efficienze neurali, a loro volta dipendenti dal ritmo con cui vengono eseguite le operazioni mentali. Per comprendere l'importanza euristica possiamo ritornare all'esempio dei 2 muratori che stanno costruendo una casa: e' difficile che ci accorgiamo se uno ha impiegato 1/2 secondo in più per sistemare un mattone, ma tale differenza sarà evidente alla fine della giornata e ancor di più alla fine della casa. Si provi a pensare ai miliardi di operazioni mentali che vengono eseguiti dal nostro cervello e una minuscola differenza tra 2 individui potrà essere fondamentale.

Penso che ci sia una considerevole potenza esplicativa in una nozione come questa, che permette di spiegare contemporaneamente sia differenze quantitative che qualitative. Secondo Salthouse (1985) il ritmo diverso di elaborazione potrebbe determinare modi diversi di rappresentazione, una riduzione nel numero di alternative disponibili, una minore efficienza nella costruzione di nuove sequenze e, in generale, una minore conoscenza.

Vorrei riportare una serie di esempi su operazioni elementari di elaborazione dell'informazione che supportano le tesi precedentemente espresse. Il I si riferisce alla sensibilità al contrasto in soggetti normali e pazienti con demenza senile di tipo Alzheimer: i pazienti presentano una riduzione nella capacità discriminativa su tutte le frequenze, sebbene il sintomo primario di questo tipo di patologia non sia la visione (figura 10).

FIGURA 10



Un II esempio mostra ancora una differenza tra giovani ed anziani nel tempo necessario ad annullare gli effetti di un masking: l'intervallo interstimolo necessario e' maggiore per gli anziani rispetto ai giovani a tutti i livelli di durata dello stimolo (figura 11).

FIGURA 11

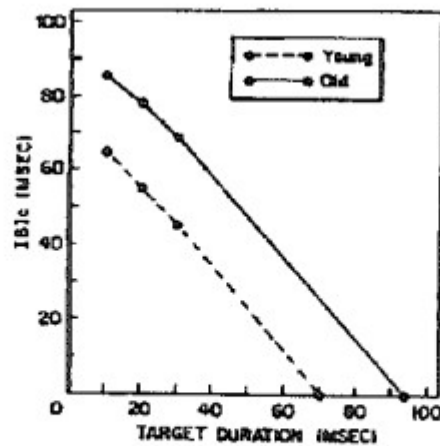


Fig. 11 - Intervallo critico interstimolo e durata del target per annullare il masking in soggetti di 28 e 84 anni (da Walsh, 1982).

FIGURA 12

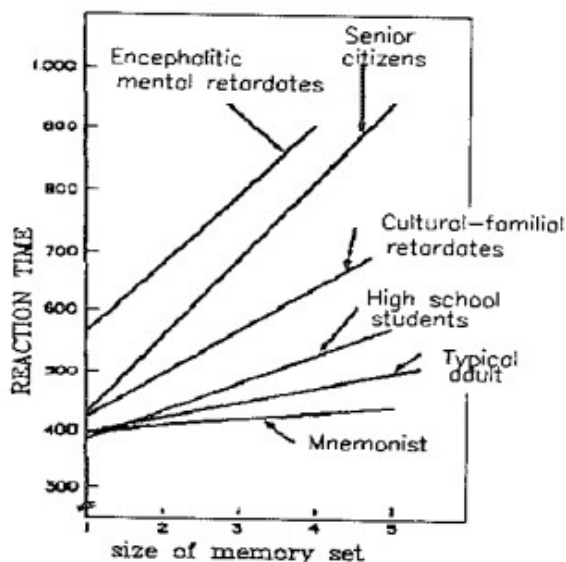


Fig. 12 - Misure di scansione in memoria per gruppi di soggetti diversi.

Un III esempio ci mostra il tempo di reazione necessario a gruppi diversi (Hunt, 1978) di soggetti per decidere se un target appartiene al set precedentemente riportato: il ritmo di scansione varia tra i gruppi considerati. (figura 12).

Risultati diversi, un miglioramento, si ottengono quando una lista di elementi viene proposta in un compito di memoria immediata a ritmi diversi di somministrazione. Se la prova viene somministrata a gruppi di diversa età e QI (Salmaso e Viola, 1990) si nota tra i gruppi una globale differenza, ma il gruppo più deficitario riesce ad equiparare la sua prestazione a quella del gruppo precedente quando gli viene fornito il materiale con un ritmo più lento (figura 13).

FIGURA 13

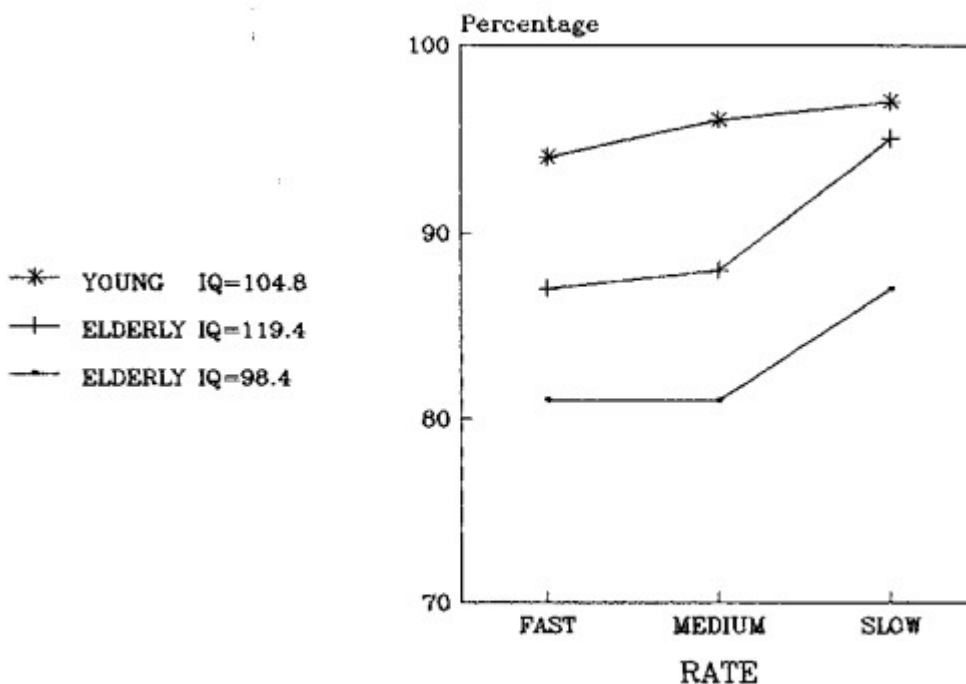
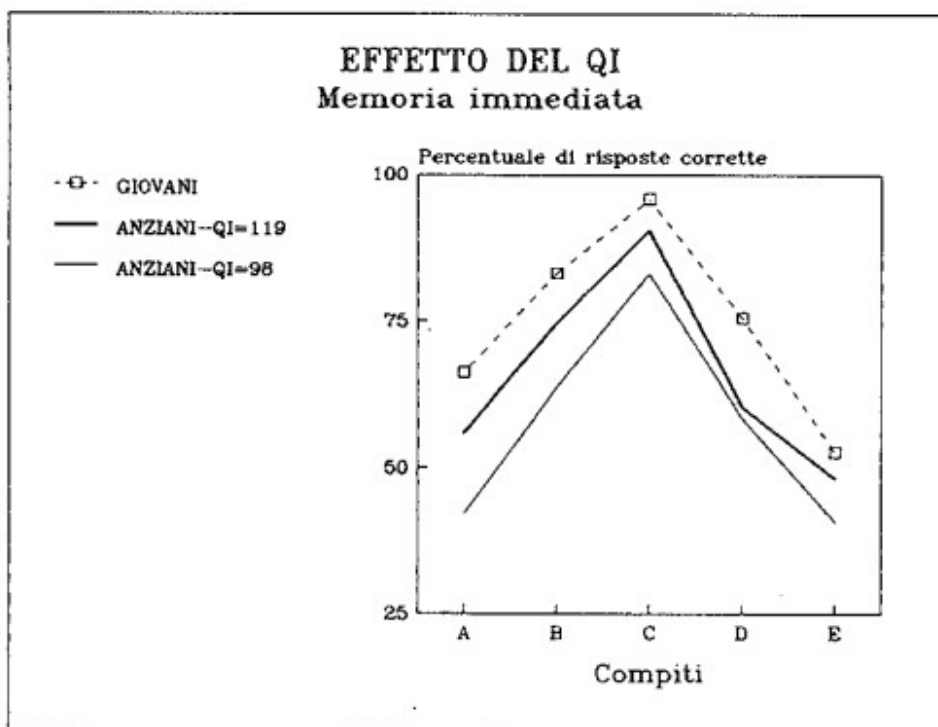


Fig. 13 - Ritmo di presentazione.



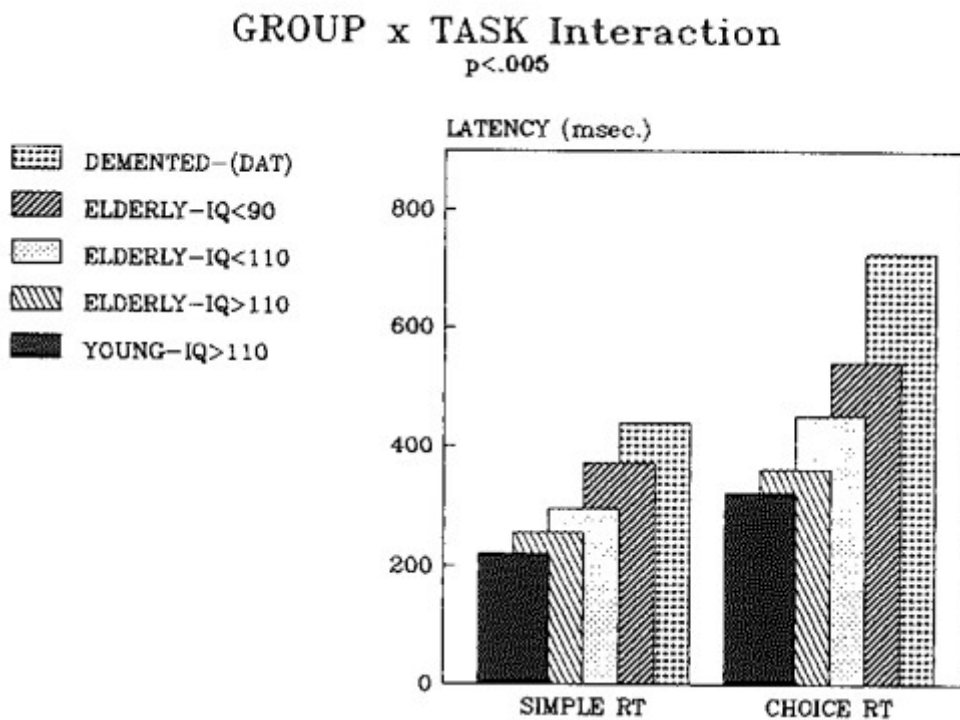
Vorrei infine riportare alcuni recenti risultati ottenuti nel nostro laboratorio che dimostrano delle differenze globali di gruppo che noi attribuiamo ad un unico meccanismo di rallentamento delle componenti di base delle funzioni cognitive, dato che non state evidenziate cause specifiche. In compiti di memoria immediata (Salmaso e Viola, 1989), abbiamo ottenuto differenze globali di prestazione tra giovani ed anziani, ma anche tra anziani con la stessa età cronologica, ma con diverso QI (figura 14). Quanto detto finora e le ricerche sull'intelligenza ci consentono di attribuire queste differenze a un diverso ritmo di processamento.

FIGURA 14



L'ultimo esempio riguarda l'effetto moltiplicativo che una differenza di base in tale ritmo potrebbe avere su compiti più complessi. Si tratta in questo caso di un compito di tempi di reazione semplici, rispondere quando compare un asterisco, e di un compito di tempi di reazione di scelta, con 2 soli stimoli. Le differenze presenti tra i gruppi a livello del primo, primitivo compito cognitivo, si amplificano passando al secondo. (figura 15).

FIGURA 15



Rimangono non pochi problemi da risolvere per poter avere una visione integrata delle varie funzioni cognitive, per poter avere chiare le implicazioni che a livello di ricerca, a livello clinico e a livello riabilitativo queste tesi hanno, ma credo, e mi auguro di averlo dimostrato, che ci sono buone ragioni per ritenere che il proseguimento delle ricerche lungo questa strada potrà contribuire notevolmente allo sviluppo delle conoscenze sul funzionamento del cervello e del suo prodotto, la mente.

## Ringraziamenti

Sono grato al sig. R. Roveri dell'Istituto di Psicologia del CNR per la collaborazione tecnica nella preparazione di questo lavoro.

## BIBLIOGRAFIA

- Atkinson, R.C., Shiffrin, R.M. The control of short-term memory. *Scientific American*, 1971, 225, 82-90.
- Beatty, J. Activation and attention in the human brain. In M.C. Wittrock, *The Human Brain*. 1977. Cap 3. Pp 63-85.
- Broadbent, D.E. *Perception and communication*. London: Pergamon. 1958.
- De Valois, R.L., De Valois, K.K. Spatial vision. *Annual Review of Psychology*, 1980, 31, 309-341.
- Hunt, E. Mechanics of verbal ability. *Psychological Review*, 1978, 85, 109-130.
- Julesz, B. Experiments in the visual perception of texture. *Scientific American*, 1975, 232, 34-43.
- Kahneman, D. *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 1973.
- Kaszniak, A.W., Poon, L.W., Riege, W. Assessing memory deficits: an information-processing approach. In L.W. Poon (Ed.) *Handbook for clinical memory assessment of older adults*. American Psychological Association: Washington. 1986. Cap 17. Pp. 168-188.
- Miller, G.A. The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 1956, 63, 81-97.
- Navon, D., Norman, J. Does global precedence really depend on visual angle? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1983, 9, 955-965.
- Posner, M.I., Lewis, J.L., Conrad, C. Component processes in reading: a performance analysis. In J.F. Kavenagh and I.G. Mattingly (Eds.) *Language by ear and by eye*. Cambridge: MIT Press. 1972. Pp 159-191.
- Salmaso, D., Viola, G. Il declino della memoria nel normale invecchiamento. *Archivio di Psicologia Neurologia e Psichiatria*, 1989, 50, 527-541.
- Salmaso, D., Viola, G. Quale rapporto tra età, livello cognitivo e processi di elaborazione? In D. Salmaso, P. Caffarra (a cura di) *Normalità e patologia delle funzioni cognitive nell'invecchiamento*. Milano: Franco Angeli. 1990. Pp 15-26.

Salthouse, T. A theory of cognitive aging. New York: Elsevier Science Publishers. 1985.

Sperling, G. The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 1960, 74, 1-29.

Sternberg, S. High-speed scanning in human memory. *Science*, 1966, 153, 652-654.

Treisman, A. L'elaborazione visiva di caratteristiche e oggetti. *Le Scienze*, 1987, 221, 76-86.

Umiltà, C. Specializzazione funzionale degli emisferi cerebrali e modi di rappresentazione dell'informazione. In C.A.Umiltà (a cura di) *Neuropsicologia sperimentale*. Milano: Franco Angeli. 1982. Pp 15-41.

Walsh, D.A. The development of visual information processes in adulthood and old age. In F.I.M. Craik & S. Trehub (Eds.) *Aging and cognitive processes*. New York: Plenum Press. 1982. Pp. 99-125.