

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

**Corso di laurea in Scienze psicologiche sociali e del lavoro**

**Elaborato finale**

*Influenza della codifica verbale sulla capacità di  
memoria visiva: uno studio con i triangoli isosceli.*

*Verbal coding influence on visual memory capacity: a study with  
isosceles triangles.*

***Relatrice:***

Prof.ssa Sabrina Brigadoi

***Laureanda:***

Cassisi Elena

***Matricola:***

112397

Anno accademico 2022/2023



# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
1.1. La memoria.....	1
1.2. La memoria visiva a breve termine e la codifica verbale-spaziale.....	6
1.3. Scopo della ricerca .....	9
<b>2. MATERIALI E METODI.....</b>	<b>11</b>
2.1. Campione sperimentale .....	11
2.2. Metodo di somministrazione e descrizione dell'esperimento .....	12
2.3. Analisi dei dati.....	15
<b>3. RISULTATI.....</b>	<b>17</b>
3.1. Accuratezza .....	17
3.2. Tempi di reazione.....	19
3.3. K di Cowan.....	20
<b>4. Discussione .....</b>	<b>23</b>
<b>5. Riferimenti bibliografici.....</b>	<b>27</b>



# 1. INTRODUZIONE

## 1.1. La memoria

Prima di analizzare in modo specifico l'ipotesi alla base dello studio descritto in questo elaborato, ritengo opportuno soffermarsi sulla descrizione della memoria e, in particolare, sulla definizione della memoria a breve termine. Secondo l'enciclopedia Treccani, la memoria può essere definita come “la capacità, comune a molti organismi, di conservare traccia più o meno completa e duratura degli stimoli esterni sperimentati e delle relative risposte”. Si fa quindi riferimento alla capacità di trattenere e codificare informazioni relative a sensazioni, idee, esperienze, ecc. per poi rievocarle, recuperarle quando necessario; ha anche il compito di generare nuove conoscenze, schemi e quadri interpretativi fondamentali per una continua valutazione del mondo esterno (Tiberghien, 1994).

Secondo la teoria di Atkinson e Shiffrin (1968), esistono tre tipi di memoria: la memoria sensoriale, la memoria a breve termine e quella a lungo termine. La memoria sensoriale è, come si deduce dal nome, legata ai sensi, è come l'“impressione” lasciata da uno stimolo nel canale sensoriale che lo riceve; l'informazione decade molto velocemente (qualche centinaio di millisecondi). La memoria a lungo termine, invece, è in grado di contenere l'informazione in una sorta di deposito a disponibilità quasi illimitata per lunghi intervalli di tempo, a volte anche per sempre: siamo infatti in grado di ricordare episodi e sensazioni vissute anche durante l'infanzia. La memoria a breve termine, infine, trattiene l'informazione per poco tempo, circa 20 secondi, ponendosi “in mezzo” tra la memoria sensoriale e quella a lungo termine, consentendo l'elaborazione e il trasferimento delle informazioni acquisite. Per questo motivo viene definita “memoria

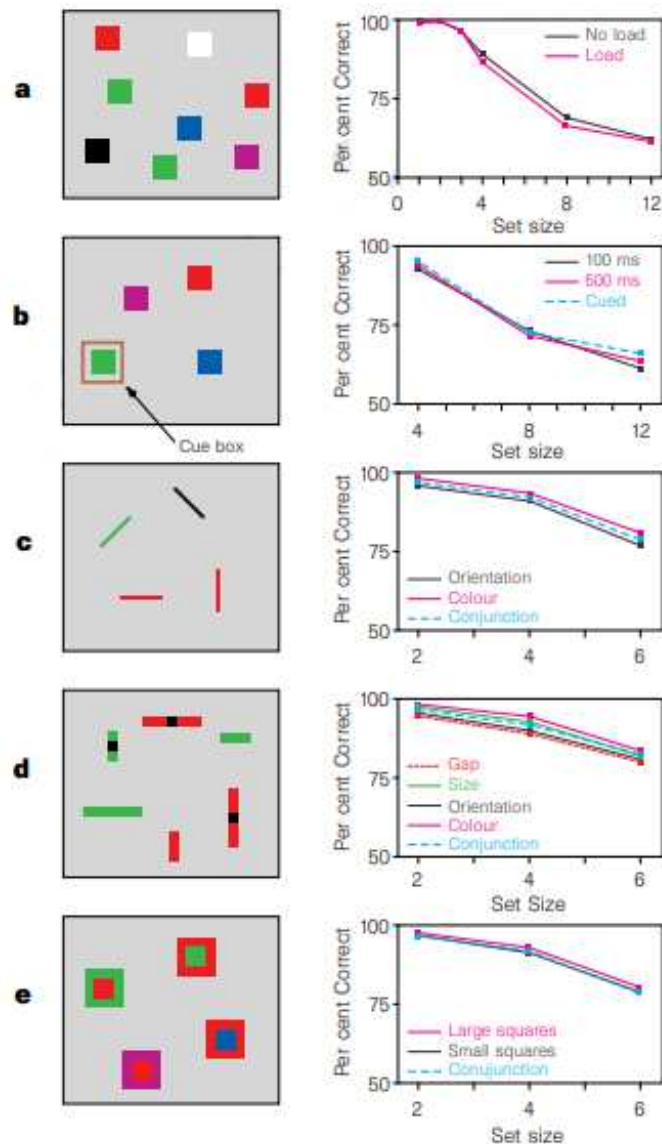
di lavoro” o “working memory”, ossia come “il sistema necessario per l'immagazzinamento e la manipolazione simultanea delle informazioni; vengono ideati compiti che combinano l'elaborazione e l'archiviazione e viene testata la capacità di tali compiti di prevedere una serie di altre abilità cognitive, come la lettura, la comprensione e il ragionamento” (Baddeley, 1986).

Nel modello originale di Baddeley e Hitch (1974) la memoria di lavoro sarebbe costituita da un sistema attenzionale, chiamato esecutivo centrale, che supervisiona e coordina due sistemi sussidiari: il Ciclo Fonologico, responsabile dell'elaborazione dell'informazione linguistica, e il Taccuino Visuospatiale, da cui dipende l'elaborazione del materiale visivo e spaziale. La memoria a breve termine verbale mantiene l'informazione, di tipo verbale, per una manciata di secondi; questo tipo di informazione può essere, ad esempio, un nome che sentiamo pronunciare o il nome di un oggetto che vogliamo ricordare. La memoria a breve termine visuospatiale, invece, mantiene le informazioni relative alla forma, all'orientamento e alla dimensione delle immagini visualizzate.

Sono stati effettuati innumerevoli studi circa le modalità di immagazzinamento di stimoli visuo-spaziali da parte della memoria di lavoro; si sono quindi formate due classi di teorie. La prima presuppone che la VWM (*Visual Working Memory*) possa memorizzare un numero limitato di elementi, detto  $K_{max}$  (Cowan, 2001): se il numero di elementi nell'input sensoriale è maggiore di  $K_{max}$ , allora in VWM viene memorizzato  $K_{max}$  degli elementi e non viene memorizzata nessuna informazione sugli altri stimoli. La seconda, invece, presume che la capacità della VWM sia una risorsa che può essere divisa in modo flessibile, e distribuita tra tutti gli stimoli che vengono presentati, anche

se ciò comporta una minore precisione e accuratezza man mano che gli elementi da memorizzare aumentano (Luck & Vogel, 2013).

A supporto della prima teoria, Luck e Vogel (1997) hanno condotto un esperimento in cui veniva testato se i partecipanti fossero in grado di scambiare la precisione con la capacità, andando ad aumentare progressivamente il numero degli stimoli presentati e da immagazzinare in memoria, a discapito della precisione delle rappresentazioni. Ciò che gli sperimentatori hanno osservato, è che la memoria visiva riesce a conservare un massimo di 4 stimoli per volta, nonostante le numerose prove effettuate riguardo il tipo e la quantità di stimoli da osservare e memorizzare (Figura 1.1). Tali evidenze vanno quindi ad avvalorare la prima teoria a discapito della seconda.



**Figura 1.1:** Presa da Luck e Vogel, 1997. “Esempio di array di stimoli (non disegnati in scala) e prestazioni del compito di confronto sequenziale. Tutti gli effetti dei set size qui mostrati erano statisticamente significativi al livello  $p < 0.001$  (ANOVA). Nessun altro effetto ha raggiunto il livello di significatività  $p < 0.05$ .

- a. Confronto con e senza carico verbale per semplici stimoli cromatici.
- b. Comparazione dei campioni di durata 100 ms e 500 ms per stimoli monocromatici (con carico verbale e senza indicatore dello stimolo). È anche mostrata la prestazione in un esperimento simile con un indicatore dello stimolo che indicava l'unico item che avrebbe potuto cambiare colore (durata del campione 100 ms e nessun carico verbale).
- c. Confronto delle prestazioni quando gli osservatori erano istruiti a rilevare un cambio di colore, di orientamento o di entrambe le caratteristiche (compito di congiunzione).
- d. Comparazione della prestazione per ognuna delle quattro caratteristiche semplici e l'unione di tutte e quattro.
- e. Comparazione della prestazione delle unioni colore-colore rispetto ai quadrati singoli larghi e piccoli.” (Luck & Vogel, 1997).



Bays, invece, fa riferimento alla seconda classe teorica, sostenendo che “diversi aspetti delle prestazioni della memoria di lavoro si degradano in modo graduale e continuo con l'aumento del carico di memoria, tra cui la precisione di richiamo, il tempo di latenza del recupero, il tasso di decadimento dell'informazione e la fedeltà di associazione. In ogni caso, ci sono prove che i singoli elementi possono essere protetti contro il degrado, ma solo a scapito di altri stimoli non prioritari. Questi risultati sono coerenti con la definizione di capacità di memoria come risorsa limitata e allocabile tra i diversi elementi, e difficilmente conciliabile con la proposta di un limite deterministico a tre o quattro elementi. Più specificamente, l'evidenza appare in ogni caso coerente con la flessibile allocazione di una quantità limitata di segnali neurali tra stimoli memorizzati. Man mano che il segnale neurale diminuisce, le rappresentazioni diventano sempre più dominate dal rumore, e questo spiega il degrado della fedeltà della memoria visuospatiale. La stocasticità intrinseca dell'attività neurale significa che i modelli teorici basati sui principi neurali sono ampiamente incompatibili con un limite deterministico sul numero di elementi immagazzinati. Nessun modello prevede specificamente un limite nell'intervallo da tre a quattro elementi. In contrasto con questo, i meccanismi di degrado graduale discussi qui sono tutti basati su principi neurofisiologici consolidati: codifica della popolazione, normalizzazione, diffusione e accumulazione vincolata.” (Bays, 2015). In ogni caso, i collegamenti tra osservazioni comportamentali e neurofisiologia sono, al momento, a livello speculativo, sono infatti necessari ulteriori studi di tipo computazionale, comportamentale e neurofisiologico per stabilirne il funzionamento più fermamente.

## 1.2. La memoria visiva a breve termine e la codifica verbale-spaziale

Uno degli oggetti di studio che più interessa gli esperti in materia, è quello dell'integrazione dei due tipi di memoria presentati in precedenza - cioè la memoria a breve termine visivo-verbale e visuo-spaziale - , e del tentativo di ipotizzare come essi concorrano alla memorizzazione di informazioni complesse. Infatti, diverse evidenze scientifiche mostrano come vi sia una rete neuronale comune alla base della codifica di alcuni tipi di informazioni. Ad esempio, nel loro lavoro, Majerus e colleghi rifiutano la teoria di Baddeley (che considera la memoria a breve termine verbale e visiva come basata su sistemi buffer autonomi), sostenendo invece l'esistenza di correlati neurali condivisi che supportano la memoria verbale e visiva a breve termine. In questo studio, è stato chiesto ai partecipanti di memorizzare e riconoscere informazioni su sequenze di non parole e di volti sconosciuti. Gli osservatori hanno notato che, nella fase di codifica e recupero degli stimoli, indipendentemente dal tipo e dalla modalità degli stessi, le reti neurali coinvolte nei processi attenzionali ed esecutivi e nell'elaborazione di ordini seriali, che contribuiscono al mantenimento di informazioni della memoria a breve termine, sono le stesse, per la memoria sia verbale che visiva. Pertanto, ciò suggerisce che, anche se questi due sistemi di memoria dovessero funzionare in modo indipendente l'uno dall'altro, il loro substrato rappresentazionale non è distinguibile dalle reti sensoriali (Majerus et al., 2010).

Ci si chiederà, dunque, quali possano essere le conseguenze di tali similarità neurologiche. Sono stati condotti numerosi studi per indagare la possibile influenza di una codifica verbale su una di tipo visuospatiale in memoria. Tra le varie ipotesi vagliate, una riguarda il ruolo che le rappresentazioni linguistiche possono assumere nel

fornire un aiuto nel preservare le associazioni di localizzazione degli oggetti in memoria.

Walker e Cuthbert (1998), nel loro esperimento volto a esplorare l'effetto di unitizzazione nella memoria per le associazioni forma-colore, hanno manipolato e controllato il coinvolgimento della ricodifica verbale in tre modi: in primo luogo, utilizzando forme che variano nella nominabilità; successivamente, imponendo la soppressione articolatoria durante la codifica delle manifestazioni da ricordare; e, infine, eliminando tutte le forme rappresentative non visive attraverso la creazione di insiemi di forme basate su una singola lettera dell'alfabeto. Ciò che hanno osservato è che la ricodifica verbale è di aiuto nelle associazioni forma-colore appartenenti allo stesso oggetto; invece, quando la forma e il colore da associare non appartengono allo stesso oggetto, ed è quindi impedita la ricodifica verbale, le associazioni forma-colore vengono perse (Walker & Cuthbert, 1998).

Sulla base di questo studio e di altri simili, Dent e Smyth (2005) hanno strutturato un esperimento che valutasse la memoria a breve termine per le associazioni forma-posizione, utilizzando un'attività di rilocazione degli oggetti. Gli sperimentatori hanno utilizzato, come stimoli, dei Kanji giapponesi, presumendo che non fossero caratteri familiari ai partecipanti, di modo che fosse improbabile ne avessero qualche tipo di rappresentazione in memoria a lungo termine. I partecipanti dovevano ricordare la posizione di tre o cinque Kanji giapponesi, presentati sul monitor di un computer, con o senza soppressione articolatoria. Dopo un breve intervallo, venivano presentati altri due Kanji, di cui uno solo era presente nello stimolo iniziale. Il compito consisteva quindi nel riconoscere l'elemento corretto e riportarlo nella posizione originale. I risultati evidenziarono che la soppressione articolatoria non aveva alterato in maniera selettiva la

memoria per le associazioni forma-posizione. I due tentarono di spiegare questi risultati ipotizzando che queste associazioni vengano mantenute utilizzando una rappresentazione visiva non verbale e che le limitazioni alla memorizzazione delle associazioni di posizione degli stimoli derivino dalla limitata disponibilità di tag spaziali necessari a localizzare rappresentazioni di oggetti nello spazio (Dent & Smyth, 2005). Quindi, la ricodifica verbale può aiutare l'accesso alla memoria visiva, ma non sembra contribuire nell'accesso alla memoria per l'associazione forma-posizione.

In un altro studio, condotto da Morey (2009), si è osservato che l'utilizzo delle risorse di memoria dipende direttamente dalle informazioni necessarie per completare il test. L'esperimento consisteva nella presentazione a monitor di un numero variabile di lettere, ognuna delle quali era all'interno di un cerchio. Dopo un periodo di soppressione, veniva presentato il test array, che poteva essere identico, o differire per posizione spaziale, identità della lettera, o una combinazione di entrambi. Nel primo esperimento, sono state testate solo le singole caratteristiche (o lettera o posizione), quindi i partecipanti non avevano la necessità di conservare informazioni sull'associazione di entrambe le caratteristiche; nel secondo esperimento, invece, è stata utilizzata la combinazione lettera-posizione. I risultati hanno mostrato che, nel primo caso, la soppressione articolatoria ha compromesso il riconoscimento delle lettere ma non ha influenzato il riconoscimento delle posizioni spaziali. Tale risultato concorda con la teoria classica di Baddeley sulla memoria di lavoro, citata in precedenza. Nel secondo caso, i soggetti sono stati testati per valutare la loro capacità di memoria per le associazioni inter-dominio e la soppressione articolatoria ha compromesso il riconoscimento sia dell'informazione spaziale, sia di quella verbale. Questo esito supporta l'idea secondo cui un archivio di memoria generale di dominio dovrebbe essere

in grado di contenere le caratteristiche sensoriali di un oggetto unificato quando è necessario mantenere entrambe le informazioni vincolanti per il compito richiesto (Morey, 2009).

Un esempio che dimostri, invece, come la ricodifica verbale non abbia un'influenza rilevante in termini di prestazioni di memoria, è rappresentato dallo studio condotto da Rose (1976). L'intento della sua ricerca era quello di indagare l'importanza del linguaggio nei meccanismi di memorizzazione. Per fare ciò, divise i partecipanti in due gruppi: il primo, doveva cercare di ricordare le immagini presentate attraverso descrizioni verbali delle stesse, ripetendole mentalmente; il secondo, doveva tentare di memorizzare le immagini presentate, senza tuttavia avere indicazioni sulla modalità. Ciò che Rose si aspettava per il gruppo verbale era che le prove verbali portassero a effetti di maggiore ritenzione con l'aumento degli intervalli intermedi, e di non trovare gli stessi effetti per il gruppo non verbale. Tuttavia, i risultati non mostrarono differenze tra i due gruppi, concludendo quindi che le istruzioni di verbalizzazione non avessero avuto un effetto affidabile, ipotizzando che i partecipanti non fossero in grado di controllare consapevolmente il controllo delle informazioni (una delle ipotesi fu che anche il gruppo che non aveva ricevuto istruzioni potesse aver utilizzato la ricodifica verbale per memorizzare le immagini) (Rose, 1976).

### 1.3. Scopo della ricerca

Lo scopo della presente ricerca è quello di affinare le ipotesi più accreditate riguardo le modalità di codifica in memoria a breve termine. In particolare, si intende valutare se la codifica verbale di oggetti presentati sullo schermo, dei quali è richiesta una codifica

visiva, possa avere un effetto significativo sulle prestazioni di memoria a breve termine. Il gruppo testato è stato quindi sottoposto ad un compito di memoria visiva, che consisteva nel memorizzare l'orientazione di un numero variabile di triangoli isosceli presentati sullo schermo di un computer. Prima di ciò, ai partecipanti è stato chiesto di memorizzare le possibili orientazioni dei triangoli, associando ad ognuna di esse un nome casuale, ed è stato eseguito un training affinché venisse consolidata l'associazione nome-triangolo. A parità di condizioni sperimentali, tale gruppo sperimentale verrà poi messo a confronto con i due gruppi di uno studio precedente, composti da un gruppo di controllo senza training iniziale (solo compito di memoria visiva), e da un gruppo sperimentale con training iniziale, in cui i nomi dei triangoli corrispondevano alle loro possibili orientazioni (Madinelli, 2021). Si vuole indagare la presenza di una possibile discrepanza fra i gruppi, sia in termini di accuratezza che di velocità di risposta, che, qualora si verificasse, sarebbe attribuibile all'associazione visivo-verbale verificatasi nei training iniziali dei gruppi sperimentali. Si intende quindi valutare se e come la codifica verbale, casuale e orientata, possa influire ed eventualmente migliorare le prestazioni di memoria a breve termine.

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1. Campione sperimentale

L'esperimento è stato svolto da un totale di 40 partecipanti, di età compresa tra i 18 e i 35 anni (22 femmine, 15 maschi, 2 non-binary, 1 non ha specificato il sesso; età media:  $22,78 \pm 1,38$  anni). I dati di 2 partecipanti sono stati esclusi dall'analisi statistica finale per problematiche relative alla procedura sperimentale. Nello specifico, un partecipante si è iscritto al test e ha inserito le proprie generalità, ha svolto il training ma non il compito di memoria; 1 partecipante non ha svolto correttamente il training, raggiungendo un'accuratezza inferiore al 50% (41,67%). Lo sfortimento dei dati è stato necessario perché ogni soggetto ha svolto l'esperimento online, usando il proprio pc, e non si è avuta la possibilità di un controllo diretto al momento dello svolgimento del test. In conclusione, sono stati utilizzati i dati di 38 partecipanti (20 femmine, 15 maschi, 2 non-binary, 1 non ha specificato il sesso; età media: 22,71 anni). Prima di iniziare la procedura sperimentale, i partecipanti sono stati divisi in maniera casuale, in due gruppi composti da 20 partecipanti ciascuno; la differenza tra i due gruppi consiste nell'inversione dei tasti di risposta (per un gruppo il tasto "a" doveva essere usato per indicare assenza di cambiamento, il tasto "l" per indicare cambiamento; viceversa per l'altro gruppo) come metodo di controbilanciamento.

Prima di procedere all'esperimento, una schermata illustrava il compito e consentiva di procedere al suo inizio solo dopo aver preso visione del consenso informato.

## 2.2. Metodo di somministrazione e descrizione dell'esperimento

L'esperimento è stato realizzato attraverso il software PsychoPy e la piattaforma Pavlovia; successivamente, è stato inoltrato ai partecipanti tramite un link web. Prima di iniziare il test, il partecipante ha fornito indicazioni circa la grandezza del proprio schermo e la distanza da esso, in modo da rendere e mantenere costanti tra soggetti le dimensioni degli stimoli presentati sul monitor.

Il paradigma utilizzato in questo studio, reso noto da Luck e Vogel (1997), prende il nome di "change detection task", tradotto letteralmente "paradigma di rilevamento del cambiamento", ed è usato per valutare la capacità della memoria visiva a breve termine. Vengono inizialmente presentati a schermo per poche centinaia di millisecondi una serie di oggetti stimolo da memorizzare (memory array); in seguito viene mostrato un altro array dove uno degli oggetti stimolo può aver cambiato o meno caratteristiche visive (test array). Infine, si chiede al soggetto se il test array era uguale o differente rispetto al memory array, e ne viene registrata la risposta.

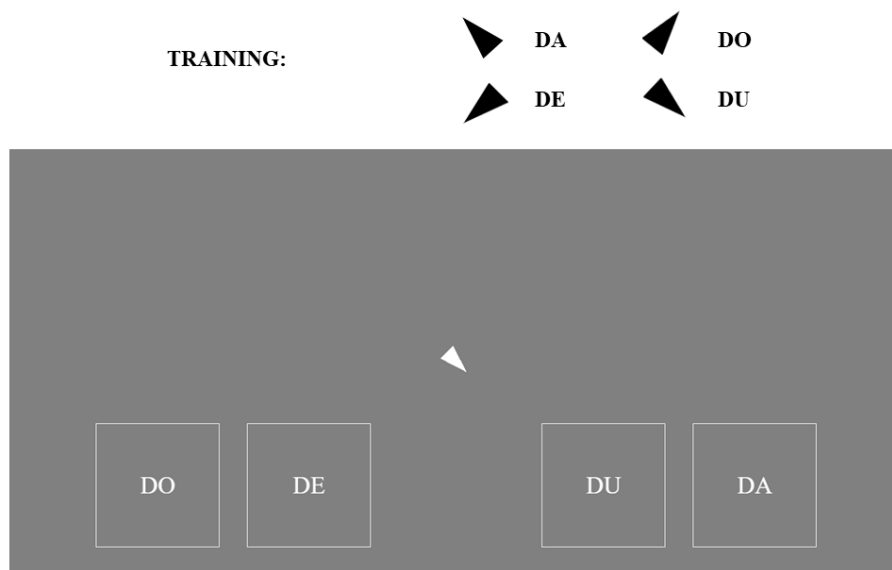
Gli oggetti stimolo utilizzati in questo studio sono stati dei triangoli isosceli, con un'inclinazione di 45 gradi nelle quattro possibili direzioni dello spazio. I triangoli potevano apparire in gruppi di due, tre o cinque (presenza, quindi, di tre differenti condizioni: set size 2, set size 3 e set size 5), in modo da poter manipolare il carico della memoria a breve termine. In seguito ad un pallino centrale di fissazione della durata di 600 ms, il memory array veniva visualizzato sullo schermo per 500 ms, dopodiché appariva una schermata con presente il solo pallino centrale di fissazione (per un intervallo variabile compreso tra 1,4 e 1,6 s) e infine veniva visualizzato il test array, che rimaneva sullo schermo fino alla risposta del partecipante (massimo 2 secondi). A



ogni partecipante veniva chiesto di premere il tasto “1” nel caso in cui il secondo set di triangoli fosse coinciso col primo (condizione “same”), di premere il tasto “a” se l’orientamento di uno dei triangoli del secondo set fosse variato rispetto al primo (condizione “different”). Come accennato in precedenza, a metà dei partecipanti sono stati invertiti i tasti di risposta.

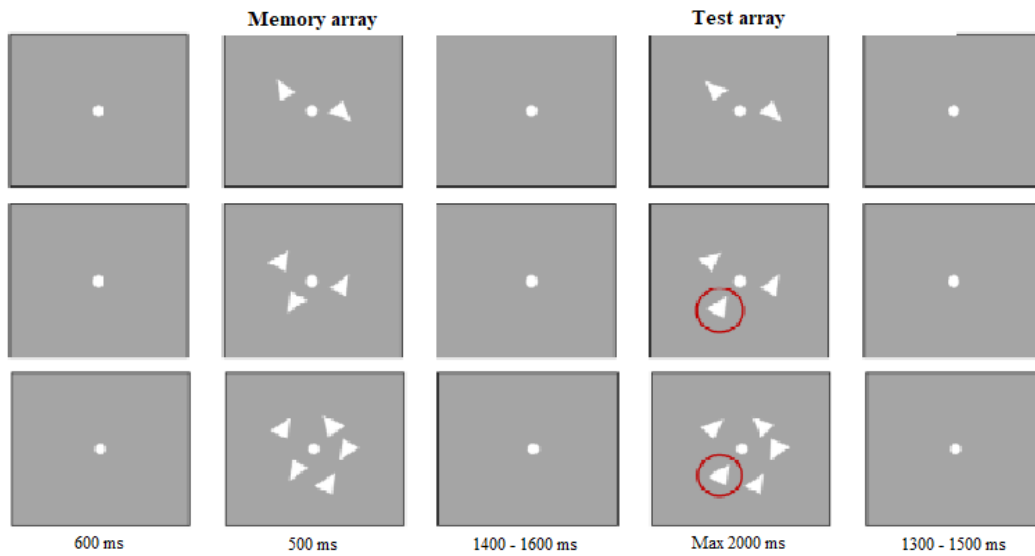
Sono stati predisposti 210 trial totali, quindi 70 trial per set size. È stata necessaria, per questo studio, un’ulteriore suddivisione dei set size, generando le due condizioni “same”, nel caso in cui il test array si fosse rivelato uguale al memory array, e “different”, nel caso di diversa orientazione di uno dei triangoli nel test array rispetto al memory array. Quindi, sono stati divisi i 70 trial di ogni condizione per le 2 alternative, ottenendo 35 trial per condizione sperimentale. La presentazione di ogni trial avveniva in maniera casuale. Inoltre, prima dell’esperimento vero e proprio, veniva fatta una breve sessione di pratica per consentire ai partecipanti di familiarizzare con il compito.

L’esperimento (della durata di circa 20 minuti) è stato preceduto da un training iniziale, di circa 5 minuti. In questa fase, venivano presentati 4 triangoli con le stesse orientazioni dei triangoli presentati durante il test di memoria, ognuno associato ad un nome casuale (“DA”, “DE”, “DO”, “DU”), e veniva chiesto ai partecipanti di memorizzarli. In ogni trial di questa sessione di training (36 trial in totale), compariva uno dei triangoli al centro e i quattro possibili nomi nella parte sottostante; ai partecipanti veniva chiesto di associare il triangolo al nome corretto, eseguendo un click del mouse sul nome del triangolo presentato, per poter assimilare l’associazione nome-forma spaziale (Figura 2.1).



**Figura 2.1:** sintetizzazione della fase di training iniziale con nomenclatura casuale dei triangoli. Esempio con il triangolo denominato “DU”.

Al termine del training, iniziava il “change detection task”, l’esperienza vero e proprio (Figura 2.2).



**Figura 2.2:** rappresentazione del paradigma somministrato attraverso tre esempi. Dall'alto verso il basso: trial set size 2, condizione "same"; trial set size 3, condizione "different", trial set size 5, condizione "different". I triangoli che hanno cambiato orientazione nella condizione "different" sono stati contornati da un cerchio rosso (Madinelli, 2021).

### 2.3. Analisi dei dati

I risultati sono stati importati su Excel e per ogni soggetto è stata calcolata, per ogni condizione sperimentale, l'accuratezza delle risposte, il tempo di reazione e il K di Cowan, una formula che calcola il numero di slot di memoria disponibili. La sua formula è:

$$k = S * (HIT - FA)/(1 - FA)$$

dove S = set size (2, 3 o 5), HIT = numero di trial in cui il soggetto ha detto, correttamente, che c'era un cambiamento ("correct change detection"), FA = numero di trial in cui il soggetto ha erroneamente detto ci fosse un cambiamento ("incorrect change detection").

Da queste misurazioni sono state ricavate tre tabelle, per le tre metriche prese in considerazione. I valori sono stati calcolati considerando le sei condizioni sperimentali: le variabili del set size (2, 3, 5) combinate alla condizione di cambiamento (same “S”, different “D”). Per la valutazione dell’accuratezza del training, sono state calcolate le risposte giuste sul totale dei trial.

Successivamente, si è proceduto con un’analisi statistica attraverso il software Jasp. È stata effettuata un’analisi ANOVA a misure ripetute sui dati di questo studio, confrontandoli poi con i due gruppi dello studio condotto da Chiara Madinelli (2021). Nello studio preso in considerazione, l’esperimento è stato condotto su due gruppi distinti: uno sperimentale con training iniziale, come nello studio presentato in questo elaborato (il cui training può definirsi “casuale”, vista la natura aleatoria dei nomi dati ai triangoli), ma in cui i triangoli assumevano un nome in base alla loro orientazione spaziale (“NE”, “NO”, “SE”, “SO”) (training definito come “orientato”); e uno di controllo, senza training precedente l’esperimento.

In caso di mancanza di sfericità è stata applicata la correzione di Greenhouse-Geisser. In caso di significatività degli effetti principali o delle interazioni, sono stati effettuati dei post-hoc con correzione di Bonferroni Holm per confronti multipli, per approfondire meglio le differenze statistiche tra i diversi fattori.

### 3. RISULTATI

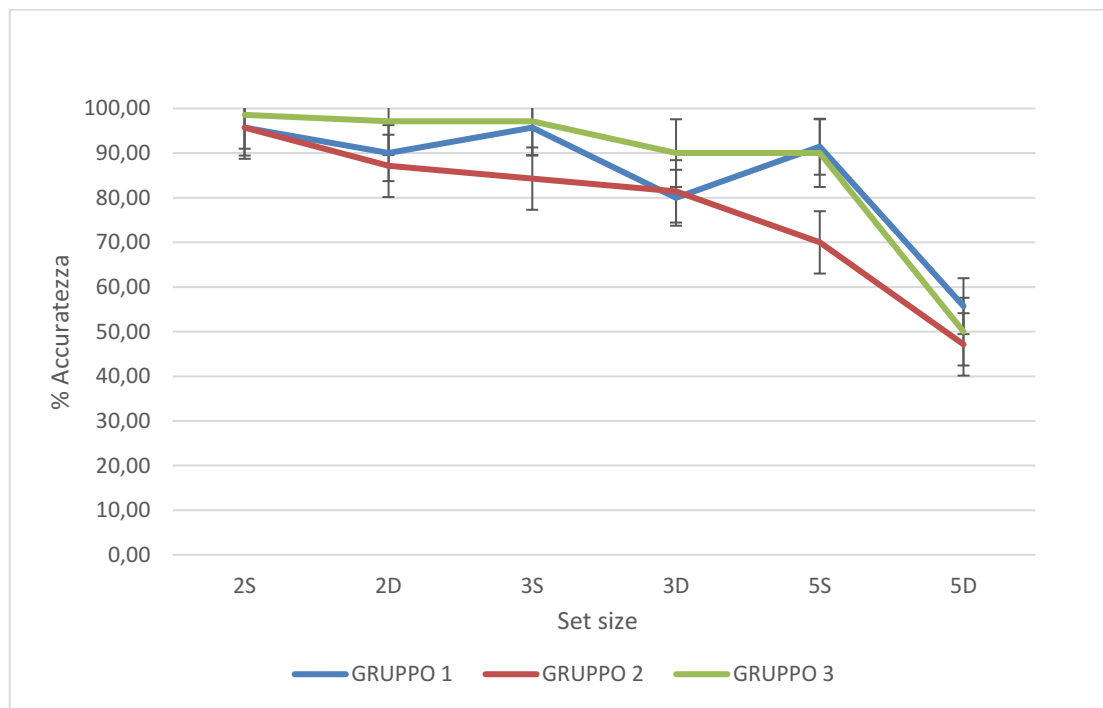
#### 3.1. Accuratezza

Di seguito verranno illustrate le significatività riscontrate relative all'accuratezza del gruppo di questo studio (da ora denominato "Gruppo 1"), messo a confronto con i gruppi (da ora denominati "Gruppo 2" il gruppo sperimentale, "Gruppo 3" il gruppo di controllo) dello studio precedente (Chiara Madinelli).

L'accuratezza diminuisce significativamente al crescere degli elementi visualizzati ( $F(2,150) = 407,721, p < ,001$ ), così come vi è un calo dell'accuratezza al variare della condizione "change", ovvero vi è maggiore accuratezza nella condizione "same" rispetto alla condizione "different" ( $F(1,75) = 62,798, p < ,001$ ). L'interazione tra questi due fattori (set size e change), ha evidenziato come i partecipanti abbiano, in media, fornito maggiori risposte accurate nella condizione "same" rispetto alla condizione "different" quando dovevano memorizzare 3 triangoli ( $p < ,001$ ), o 5 ( $p < ,001$ ) mentre l'accuratezza delle risposte non varia tra "same" e "different" a set size 2 ( $p = 1$ ). Nessun effetto del fattore gruppo è stato riscontrato.

In generale, nei tre gruppi, l'andamento dell'accuratezza è modulato dal set size e dalla presenza o meno di un cambiamento nel test array rispetto al memory array, a prescindere dalla presenza o meno (e dalla tipologia) del training. Dalla tesi di Chiara Madinelli, quando erano presenti solo i gruppi 2 e 3, dal confronto tra gruppi era emerso che: "è presente un effetto significativo di training ( $F(1, 38) = 6.601, p = .014$ ), stando a significare che i due gruppi differiscono in generale sulla base del training e che si tratta di una condizione che influenza tutti gli aspetti del compito" (Chiara Madinelli). Infatti, si può notare dal grafico (Figura 3.1) come in generale il Gruppo 2 presenti una

minore accuratezza del Gruppo 3. Il Gruppo 1, con training verbale con nomi casuali, in relazione agli altri due, introdotto nell'analisi di questo elaborato, si colloca "in mezzo", mostrando un'accuratezza maggiore, vicina al Gruppo 3 (di controllo) nelle condizioni "same", e una minore accuratezza nella condizione "different", riportando risultati più vicini a quelli del Gruppo 2 (sperimentale, con training con nomi orientati); tuttavia, nella condizione "5D" risulta avere l'accuratezza maggiore dei tre gruppi. L'introduzione del gruppo 1, quindi, ha comportato un aumento della variabilità tra gruppi, riducendone la possibilità di trovare differenze significative tra di essi.

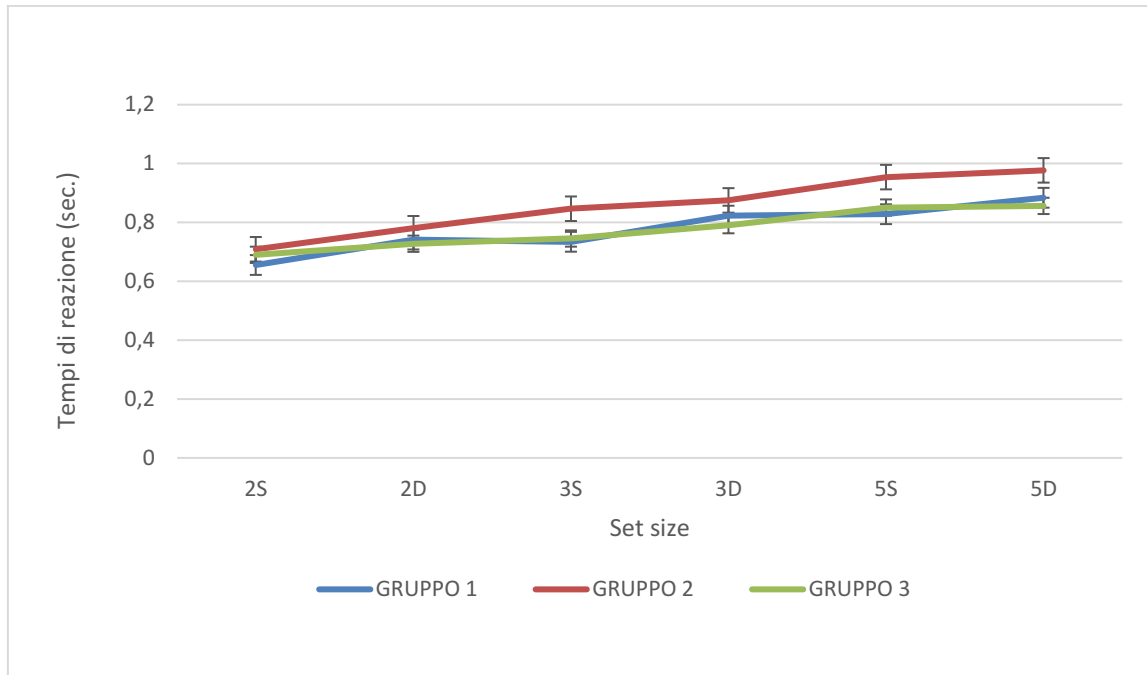


**Figura 3.1:** Accuratezza dei tre gruppi nelle sei condizioni sperimentali.  
 S = "Same", D = "Different".  
 Le barre di errore rappresentano l'errore standard.

### 3.2. Tempi di reazione

Similarmente all'accuratezza, si è riscontrata una differenza significativa al variare del set size ( $F(2,117,03) = 26,343, p < ,001$ ), con un aumento del tempo di risposta all'aumentare del numero di stimoli presentati. Un effetto simile è prodotto dal fattore di cambiamento S/D ( $F(1,75) = 15,064, p < ,001$ ), evidenziando come, in media, le risposte nelle condizioni "different" abbiano richiesto maggiore tempo rispetto alle risposte nelle condizioni "same", a prescindere dal set size. È emerso anche un effetto della variabile gruppo ( $F(2,75) = 424,205, p < ,001$ ). Nessuna interazione è risultata positiva, se non quella con il fattore gruppo e i due effetti principali ( $F(4,117,03) = 32,197, p < .001$ ;  $F(2,75) = 18,489, p < .001$ ).

Nel confronto fra i gruppi, si nota come, in generale, il gruppo con training orientato (Gruppo 2) abbia avuto tempi di risposta più lunghi rispetto al gruppo con orientamento casuale (Gruppo 1) e al gruppo di controllo (Gruppo 3). Questi ultimi due gruppi, hanno un andamento simile nei tempi di reazione, ma si evince come nel Gruppo 1 vi siano tempi di risposta leggermente maggiori nelle condizioni "different", e tempi di risposta leggermente minori nella condizione "same", rispetto al Gruppo 3 di controllo. Quindi, solo il training verbale orientato ha influenzato significativamente i tempi di reazione dei partecipanti.



**Figura 3.2:** tempi di reazione dei tre gruppi nelle sei condizioni sperimentali. Le barre di errore rappresentano l'errore standard.

### 3.3. K di Cowan

Di seguito, grazie al K di Cowan, analizzeremo la capacità di memoria dei partecipanti all'esperimento. La sua formula, infatti, consente di valutare e stimare il numero di oggetti che la memoria a breve termine è in grado di contenere, in base al set size. Dall'analisi statistica è emerso un effetto principale del set size ( $F(1,38, 103, 774) = 24,9, p < ,001$ ), con un aumentare di K all'aumentare del set size. In particolare, vi è una differenza significativa per quanto riguarda la condizione set size 2 rispetto sia alla condizione set size 3 ( $p < ,001$ ), che alla condizione set size 5 ( $p < ,001$ ). Inoltre, è emersa un'interazione tra set size e gruppo ( $F(2,77, 103,774) = 3,8, p = ,014$ ) nonché un effetto significativo della variabile gruppo ( $F(12,68, 68,78) = 6,9, p = ,002$ ).

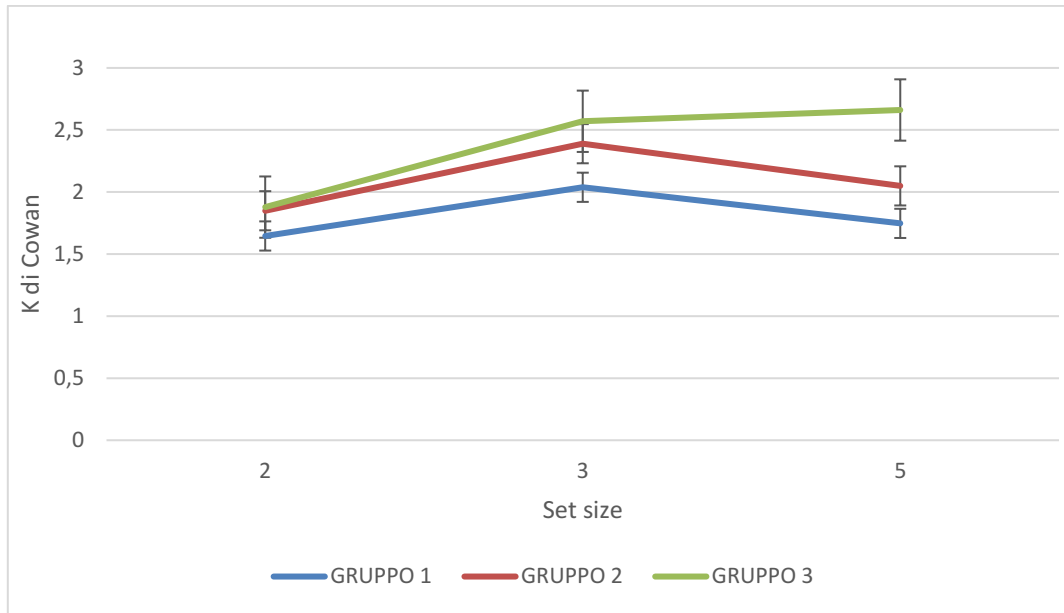


Nell'interazione tra i gruppi, a set size 2 non si riscontrano differenze significative tra nessuno dei gruppi (Gruppo 1 e Gruppo 2 ( $p = 1,000$ ); Gruppo 1 e Gruppo 3 ( $p = 1,000$ ); Gruppo 2 e Gruppo 3 ( $p = 1,000$ )).

Anche a set size 3, l'andamento dei gruppi è simile, senza significative differenze (Gruppo 1 e Gruppo 2 ( $p = 0,965$ ); Gruppo 1 e Gruppo 3 ( $p = 0,105$ ); Gruppo 2 e Gruppo 3 ( $p = 1,000$ )).

A set size 5, invece, si evince una notevole differenza tra il Gruppo 1 e il gruppo di controllo (Gruppo 3) ( $p < ,001$ ).

Possiamo quindi notare come il gruppo di controllo, a set size 5, abbia prestazioni di memoria migliori rispetto ai gruppi con training, soprattutto se confrontate con il Gruppo 1 (training casuale); si potrebbe dedurre che la capacità di memoria dei soggetti possa essere modulata dalla presenza o assenza di training. In particolare, come si può vedere dal grafico (Figura 3.3), nei gruppi in presenza di training si ha capacità di memoria maggiore nel set size 3 e un calo nel set size 5, anche se non in maniera significativa (Gruppo 1 ( $p = 0,154$ ); Gruppo 2 ( $p = 0,406$ )).



**Figura 3.3:** K di Cowan (capacità di memoria) dei tre gruppi nei tre diversi set size. Le barre di errore rappresentano l'errore standard.

## 4. Discussione

In questo studio si è cercato di indagare la possibile influenza della codifica verbale sulle prestazioni di memoria visiva a breve termine. Si è proceduto somministrando ai partecipanti un test consistente nella presentazione di triangoli isosceli, dei quali andava memorizzata l'orientazione, e un training iniziale che chiedeva di memorizzare l'associazione fra le diverse orientazioni dei triangoli e un nome casuale. Le caratteristiche valutate sono state l'accuratezza, la velocità di risposta, e la capacità di memoria dei soggetti, definita dal valore K di Cowan. I risultati sono stati poi confrontati con lo studio analogo di Madinelli (2021), nel quale erano presenti due gruppi: uno con anch'esso un training iniziale, ma l'associazione nome-triangolo faceva riferimento alla posizione orientata dello stimolo; uno di controllo, con solo il compito di memoria visiva.

Dai risultati è emerso che, in termini di accuratezza, essa diminuisce al crescere degli elementi visualizzati, e in generale è maggiore nella condizione "same", indipendentemente dal numero di triangoli presentati. Si nota dunque come l'andamento dell'accuratezza dipenda dal set size e dal fattore di cambiamento, e come la presenza o meno del training (sia casuale che orientato) non abbia influenza. Non si riscontrano quindi significative differenze nei tre gruppi. Tali evidenze concordano con lo studio condotto da Rose (1976), nel quale si è mostrato come la soppressione articolatoria non abbia influito sulle prestazioni di memoria dei soggetti, riportando risultati simili a quelli del gruppo partecipanti senza soppressione articolatoria. Un altro studio che concorda con quanto trovato in questo esperimento è quello di Dent e Smyth (2005), nel quale si evince come la soppressione articolatoria non abbia alterato in maniera selettiva la memoria per le associazioni forma-posizione. Invece, uno studio distante dai risultati

trovati, è quello di Morey (2009), nel quale si afferma che solo i soggetti testati sulla loro memoria per le associazioni inter-dominio e in condizione di soppressione articolatoria, hanno un peggioramento nel riconoscimento delle informazioni sia verbali che spaziali. Tuttavia, secondo quanto riportato finora, non sembra che l'esplicita richiesta di un'associazione verbale-spaziale possa essere una condizione necessaria per la compromissione dell'accuratezza, in quanto non sono state riscontrate effettive differenze.

Simile a quello dell'accuratezza è l'andamento dei tempi di reazione: si nota in generale un maggiore tempo di risposta all'aumentare del set size, e in particolare nella condizione "different". Inoltre, dal confronto fra i gruppi, si evince come il gruppo con training orientato abbia in generale tempi di reazione più lunghi rispetto agli altri due: ciò significa che solo il training verbale orientato ha influito in maniera significativa sui tempi di risposta. Tale risultato si potrebbe spiegare ipotizzando che i soggetti del gruppo con training orientato, non abbiano effettivamente fatto un'associazione nome-triangolo di tipo verbale, ma di tipo spaziale: basandosi, quindi, non sul nome dei triangoli, ma sul segno cardinale di riferimento. In tal caso, ciò che si ottiene è un sovraccarico della memoria visiva-spaziale, a causa di quest'informazione che, al contrario di quanto voluto, non è stata classificata nel dominio verbale, ma in quello spaziale. I risultati del parametro valutato (tempi di reazione) potrebbero indicare un peggioramento di prestazione quando gli elementi da memorizzare vengono associati ad un'ulteriore tipo di codifica spaziale, in quanto la codifica verbale (training casuale) non ha influito in maniera significativa.

Analizzando la capacità di memoria dei partecipanti, non si riscontrano significative differenze tra i gruppi sia a set size 2 che a set size 3, mentre una significativa differenza

è presente a set size 5: il gruppo di controllo vanta prestazioni di memoria migliori rispetto ai due gruppi con training. Si potrebbe quindi dedurre che la capacità di memoria potrebbe essere influenzata dalla presenza o meno del training. La teoria di Luck e Vogel (1997), che dimostra come la memoria visiva a breve termine sembri essere limitata dal numero di oggetti che può memorizzare, con un massimo di 4 stimoli per volta, indipendentemente dalle caratteristiche degli oggetti visualizzati, ben si presta alle interpretazioni di questi risultati. Infatti, prendendo in considerazione il valore medio di K a set size 5, si vede come il gruppo di controllo abbia avuto una prestazione migliore rispetto agli altri due gruppi, soprattutto rispetto al Gruppo 1 ( $M_1 = 1,747$ ,  $M_2 = 2,049$ ,  $M_3 = 2,661$ ). Si potrebbe attribuire questo effetto ad un'influenza negativa della codifica verbale (o spaziale, nel caso del training orientato) sulla capacità di memoria dei soggetti man mano che il carico in memoria aumenta: ovvero, questa ulteriore codifica, a prescindere dalla sua natura, verbale o spaziale, si ipotizza occupi uno slot in memoria, peggiorando quindi, a set size più elevati, le prestazioni dei soggetti dei gruppi con training. Tuttavia, tali risultati si discostano da quanto sostiene Bays (2015), secondo il quale la proposta di un limite della capacità di memoria a tre o quattro elementi sia difficilmente conciliabile con le prove da lui mostrate nel suo studio, che evidenziano come i singoli elementi possano essere protetti contro il degrado, anche se a scapito di altri stimoli non prioritari.

In conclusione, i risultati di questo esperimento indicano un'influenza del training verbale solo nei tempi di reazione (solo il training orientato) e nella capacità di memoria, peggiorandone le prestazioni.

Per cercare di migliorare e rendere più interpretabili i risultati, si potrebbe aumentare il campione di soggetti testati, per una maggiore variabilità, e cambiare gli stimoli da

visualizzare, sostituendo i triangoli con lettere, o con stimoli poco familiari ai soggetti che verranno testati, per cercare di evitare possibili associazioni di tipo spaziale. Si potrebbe anche valutare di cambiare la struttura stessa del test, utilizzando diversi colori oltre al bianco, ma escludendo il nero, in quanto mostra effetti marcatamente diversi in attività simili di rilevamento delle modifiche (Sense et al., 2017).

## 5. Riferimenti bibliografici

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). Elsevier.
- Baddeley, A. D. (1986). Working memory oxford. *England: Oxford Uni.*
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Elsevier.
- Bays, P. M. (2015). Spikes not slots: Noise in neural populations limits working memory. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 19, Issue 8, pp. 431–438). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.06.004>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–114.
- Dent, K., & Smyth, M. M. (2005). Verbal coding and the storage of form-position associations in visual–spatial short-term memory. *Acta Psychologica*, 120(2), 113–140.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281.
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences. In *Trends in Cognitive Sciences* (Vol. 17, Issue 8, pp. 391–400). <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.06.006>
- Madinelli Chiara (2021). Influenza della codifica verbale sulla codifica spaziale in memoria visiva a breve termine: uno studio con i triangoli isosceli. Università degli studi di Padova.
- Majerus, S., D'Argembeau, A., Perez, T. M., Belayachi, S., van der Linden, M., Collette, F., Salmon, E., Seurinck, R., Fias, W., & Maquet, P. (2010). The commonality of neural networks for verbal and visual short-term memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(11), 2570–2593. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21378>
- Morey, C. C. (2009). Integrated cross-domain object storage in working memory: Evidence from a verbal-spatial memory task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(11), 2235–2251. <https://doi.org/10.1080/17470210902763382>
- Rose, R. G. (1976). Verbal Processing of Visual Stimuli. *Journal of General Psychology*, 94(2), 233–242. <https://doi.org/10.1080/00221309.1976.9711611>

Sense, F., Morey, C. C., Prince, M., Heathcote, A., & Morey, R. D. (2017). Opportunity for verbalization does not improve visual change detection performance: A state-trace analysis. *Behavior Research Methods*, 49(3), 853–862.  
<https://doi.org/10.3758/s13428-016-0741-1>

Tiberghien, G. (1994). Psychologie cognitive de la mémoire humaine. *Seron X., Jeannerod M. (Éds.), Neuropsychologie Humaine, Pierre Mardaga, Liège (BE)*, 225–281.

Treccani enciclopedia: <https://www.treccani.it/vocabolario/memoria/>

Walker, P., & Cuthbert, L. (1998). Remembering visual feature conjunctions: Visual memory for shape-colour associations is object-based. *Visual Cognition*, 5(4), 409–455.