

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

*Dipartimento di Psicologia Generale (DPG)*

*Corso di Laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche*

*Tesi di Laurea Triennale*

**Stroop spaziale: nuova versione per limitare  
l'influenza dell'attenzione visuospatiale.**

**Spatial Stroop task: a new version created to reduce the influence  
of visuospatial attention.**

Relatore: Prof. Ettore Ambrosini

Dipartimento di Neuroscienze (DNS)

Laureanda: Francesca Perina

Matricola: 1225340

Anno accademico 2021-2022

## *INDICE*

<b>CAPITOLO I - Presupposti teorici .....</b>	<b>1</b>
1. Funzioni esecutive.....	1
1.1 Definizione.....	1
2. Stroop Test .....	3
2.1 Stroop spaziale .....	5
3. Compatibilità e Sovrapposizione Dimensionale .....	6
3.1 Modello di sovrapposizione dimensionale e Stroop test.....	7
<b>CAPITOLO II - Studio sperimentale.....</b>	<b>9</b>
1. Obiettivi ed ipotesi .....	9
2. Metodo .....	10
2.1 Partecipanti.....	10
2.2 Procedura sperimentale .....	10
3. Analisi dati .....	15
4. Risultati .....	16
<b>CAPITOLO III – Discussione e Conclusioni.....</b>	<b>19</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>21</b>

# ***CAPITOLO I - PRESUPPOSTI TEORICI***

## ***1. Funzioni esecutive***

Il comportamento umano è costantemente influenzato da scelte dirette ed indirette che prendiamo di fronte a stimoli esterni ed interni. Spesso però ci troviamo di fronte a condizioni relativamente complesse da gestire, a volte sconosciute. In questi momenti è fondamentale l'intervento dell'"intelligent behaviour" che permette di richiamare alla memoria e quindi utilizzare le conoscenze possedute relative al mondo esterno permettendo così una risposta adattiva. Questo tipo di risposta comportamentale è ampiamente studiata dagli psicologi in quanto sembra essere sottesa da un insieme di abilità cognitive che permetterebbero la risposta flessibile agli stimoli esterni. Questo insieme di abilità prende il nome di funzioni esecutive (FE).

### ***1.1 Definizione***

Il tentativo di individuare e definire tutti processi cognitivi che costituiscono le FE ha impegnato studiosi e ricercatori per quasi un secolo con un picco avvenuto negli ultimi 20 anni. Si è così giunti a una conclusione comune che vede il controllo cognitivo – o funzioni esecutive – come un costrutto multidimensionale guidato da una serie di processi top-down che entrano in azione nel momento in cui la risposta comportamentale automatica e il nostro istinto sono insufficienti o inadeguati nel produrre una risposta ad un eventuale stimolo esterno (Diamond, 2013).

I processi cognitivi di basso livello che ci permettono un'analisi percettiva del mondo verrebbero quindi modulati dalle FE per

permettere una risposta cognitiva-comportamentale di alto-livello in grado di seguire il nostro obiettivo (Mezzacappa, 2016).

Il controllo esecutivo fa perno principalmente su tre delle sue componenti funzionali: il continuo aggiornamento delle informazioni (*updating*), l'inibizione di input preponderanti (*inhibition*) e il repentino spostamento dell'attenzione (*shifting*).

Queste vengono largamente studiate attraverso degli specifici test che permettono di isolare le singole componenti e ad associarle inoltre a specifiche aree cerebrali.

L'*updating* delle informazioni è reso possibile dalla memoria di lavoro (ML), un magazzino di memoria temporaneo fortemente connesso alle FE che ci permette di tenere attive e disponibili al recupero le informazioni connesse al nostro obiettivo (Baddeley, A, 2007). Per misurare l'*updating* della memoria si possono usare test come il multidigit mental multiplication per il quale è necessario, per svolgere accuratamente i calcoli richiesti, mantenere ed aggiornare in memoria i numeri che vengono via via dati (Han et al., 2016).

Lo *shifting* è collegato alla flessibilità cognitiva e rappresenta la rapidità con cui un individuo sposta l'attenzione da uno stimolo ad un altro in risposta all'ambiente circostante (Scott, 1962). Il Wisconsin Card Sorting Test (WCST) è tra i più famosi test neuropsicologici elaborati per analizzare lo spostamento attentivo del cervello.

L'inibizione è la funzione esecutiva direttamente collegata al progetto sperimentale presentato. Il controllo inibitorio favorisce la capacità di mantenere l'attenzione su stimoli concernenti il nostro obiettivo inibendo informazioni e risposte non importanti..

Gli individui sono costantemente soggetti a stimoli ambientali i quali vengono elaborati a livello cognitivo per permetterci di

produrre una risposta coerente. Le risorse cognitive sono però limitate ed è per questo che la maggior parte dei nostri comportamenti e pensieri scaturiscono da risposte abituali agli stimoli le quali si sono sviluppate attraverso l'esperienza. In alcuni casi, però, questi stimoli e risposte non sono adeguate al contesto o al compito che dobbiamo svolgere, e si rende quindi necessario l'intervento del controllo inibitorio. Senza questa funzione cognitiva saremmo infatti alla mercè dei nostri impulsi e delle nostre vecchie risposte abituali e impulsive (Diamond, 2013). È stata dimostrata infatti la forte relazione tra impulsività e controllo cognitivo dove elevati livelli di impulsività sarebbero derivati da un malfunzionamento nel processo inibitorio (Lc et al., 1990).

Il test più conosciuto per lo studio del controllo inibitorio è lo Stroop Test.

## ***2. Stroop Test***

Le teorie fondanti questo test neuropsicologico risalgono al famoso laboratorio di psicologia di Wuhelm Wundt. Nel 1886 il suo studente McKeen Cattell basò il suo dottorato di ricerca sulla registrazione del tempo impiegato a nominare un colore e a leggere la parola rappresentante il colore (Jensen & Rohwer, 1966). Cattell notò che la velocità con cui avveniva la produzione verbale cambiava nelle due condizioni, leggere la parola che indicava un colore o un oggetto richiedeva meno tempo rispetto a riconoscere e nominare l'oggetto o il colore. Lo studioso affermò che ciò avveniva grazie a processi automatici legati all'associazione tra parola e oggetto ai quali siamo fortemente abituati (McKeen Cattell, 1886).

Nel 1935 John Ridley Stroop raccolse nei suoi studi tutte le teorie scaturite da vari studiosi dopo l'esperimento di Cattell

portando, nella sua ricerca di tesi, il Stroop Color and Word Test (SCWT). Pubblicato nell'articolo "*Studies of interference in serial verbal reactions*" il test combina per la prima volta la parola e il significato/proprietà della parola nello stesso stimolo (John Ridley Stroop & Macleod, 1991). Il SCWT prevede la presentazione di stimoli visivi che consistono in parole colorate rappresentanti nomi di colori. Ad esempio, può essere mostrata la parola "BLU" in inchiostro rosso. Vengono così a crearsi due condizioni: la prima di congruenza dove la parola è abbinata al colore (es. ROSSO, scritta con inchiostro rosso) la seconda, di incongruenza, prevede che la parola non sia abbinata all'inchiostro (es. GIALLO, scritta con inchiostro verde).

Come riportato in precedenza, il test di Stroop è in grado di generare una situazione in cui il controllo inibitorio deve intervenire per mantenere l'obiettivo. Lo scopo del test è quello di pronunciare ad alta voce il colore dell'inchiostro con cui la parola è stata scritta ignorando l'informazione preponderante che è data dal significato della parola stessa (J. R. Stroop, 1935). È stato osservato come ai partecipanti richiedesse più tempo pronunciare il colore dell'inchiostro se la parola non coincideva col colore, dall'altra parte, nella condizione di congruenza tra parola e colore dell'inchiostro i tempi di risposta erano più brevi e la percentuale di errori connessi diminuiva. Questa differenza nelle due condizioni prese il nome di "**Stroop effect**". Nel caso incongruente la parola è l'elemento preponderante che cattura l'attenzione, siamo infatti abituati a leggere il significato della parola ignorando le caratteristiche di questa come font o colore. Di conseguenza se si chiede al soggetto di nominare il colore la sua attenzione si concentrerà prima nella lettura della parola portando ad errori o ritardi nei tempi di risposta. Si può così osservare l'intervento del controllo inibitorio richiesto da parte del cervello per risolvere il conflitto e mantenere l'obiettivo.

## *2.1 Stroop spaziale*

Negli anni sono state create diverse versioni dello Stroop colore-parola che andavano ad esaminare dimensioni correlate come quella emotiva e spaziale (Hilbert et al., 2014). Lo Stroop spaziale permette di studiare l'interferenza tra stimoli rilevanti ed irrilevanti a livello spaziale. Il vantaggio di utilizzare questo tipo di test consiste nell'eludere i processi linguistici presenti nello Stroop originale che prevedeva di leggere le parole, e di studiare così più chiaramente la lateralizzazione emisferica diminuendo l'influenza del controllo linguistico. Inoltre, essendo prevista una risposta digitale, attraverso l'uso della tastiera si diminuiscono gli artefatti provocati dal movimento della bocca in caso di studi di neuroimmagine (Viviani et al., 2022)

La versione dello Stroop spaziale da cui prende spunto questo progetto di tesi prende il nome di "Arrow" ed è strutturata nel seguente modo: uno stimolo "freccia" appare all'individuo in uno dei 4 angoli dello schermo, il significato dello stimolo può coincidere con la posizione dello spazio (ad esempio la freccia punta verso l'alto in direzione sinistra ed essa compare nell'angolo superiore sinistro dello schermo) oppure può non coincidere (ad esempio la freccia punta verso l'alto a sinistra ma compare nell'angolo inferiore dello schermo). L'obiettivo dato al partecipante è quello di indicare in che direzione punta la freccia.

La posizione in cui compare la freccia è quindi irrilevante, nonostante ciò i soggetti hanno difficoltà a sopprimere questa informazione commettendo degli errori e aumentando i tempi di risposta (Diamond, 2013).

L'adattamento "Arrow" dello Stroop test è, secondo la definizione riportata da Sylvan Kornblum, compatibile alle le precedenti versioni. Visto l'obiettivo dell'elaborato di testare 5

varianti dello Stroop test è opportuno approfondire i concetti di compatibilità e di sovrapposizione dimensionale.

### ***3. Compatibilità e Sovrapposizione Dimensionale***

Come affermato nel paragrafo precedente la versione che utilizza frecce come stimoli è analoga alla versione dello Stroop che usa parole e colori, in quanto entrambe utilizzano stimoli con due caratteristiche compatibili, dove compatibile significa che condividono una dimensione comune, una corrispondenza (Kornblum, 1992).

Secondo Kornblum ci sono almeno due livelli a cui due entità possono essere definite compatibili: a livello globale e a livello locale. Il livello globale concerne le liste di item che possono essere percepite come corrispondenti o meno, il livello locale coinvolge gli item della lista, i quali possono essere appaiati e formare coppie compatibili, o meno.

Nel nostro caso si può parlare di compatibilità a livello globale e di **sovrapposizione dimensionale** ovvero “il grado con cui gruppi di item sono percettivamente, strutturalmente o concettualmente simili”. Questa classificazione è data dal fatto che la sovrapposizione dimensionale non riguarda le dimensioni fisiche delle liste presenti negli esperimenti, bensì riguarda la loro rappresentazione mentale. La sovrapposizione dimensionale influenzerà la performance in entrambi i casi in cui la sovrapposizione sia rilevante per svolgere il compito o meno (Kornblum, 1994).



### *3.1 Modello di sovrapposizione dimensionale e Stroop test*

Kornblum et al. Formularono nel 1990 il modello di sovrapposizione dimensionale con l'obiettivo di analizzare la compatibilità stimolo-stimolo (S-S) e stimolo-risposta (S-R) che sottostava alcuni famosi test distribuendoli su una tassonomia composta da 8 classi che variavano a seconda della presenza o meno della sovrapposizione dimensionale e della rilevanza dimensionale nei task.

Il test di Stroop rientra tra quelli che includono compatibilità stimolo-risposta in quanto presenta le seguenti caratteristiche: stimolo e risposta hanno proprietà comuni, in quanto i tasti utilizzati per fornire la risposta sono scelti rispettando le 4 direzioni. I tempi di risposta sono più rapidi se vi è sovrapposizione dimensionale, la media dei TR è maggiore nel caso di condizioni incongruenti e più è grande la sovrapposizione maggiore sarà la differenza dei TR nelle due condizioni (congruente, incongruente) (Kornblum et al., 1990). Inoltre, come si accennava in precedenza, il test di Stroop presenta anche una compatibilità S-S, poiché presenta infatti la sovrapposizione dimensionale a livello degli stimoli, le frecce compaiono nei quattro angoli e possono indicare nelle stesse 4 direzioni. (Hommel, 1997).

Il test venne quindi categorizzato all'ottavo posto della classificazione ovvero come possedente la dimensione "risposta" che si sovrappone sia con la dimensione "stimolo rilevante" che con la dimensione "stimolo irrilevante", le quali a loro volta si sovrappongono (Kornblum, 1994). Il test, infatti, presenta sempre una caratteristica comune nella presentazione dei due stimoli (irrilevante, rilevante) e nella risposta: il colore. Nello Stroop spaziale il ruolo del colore può essere sostituito

dalla direzione spaziale data dalla freccia e dalla posizione nello spazio in cui essa compare.

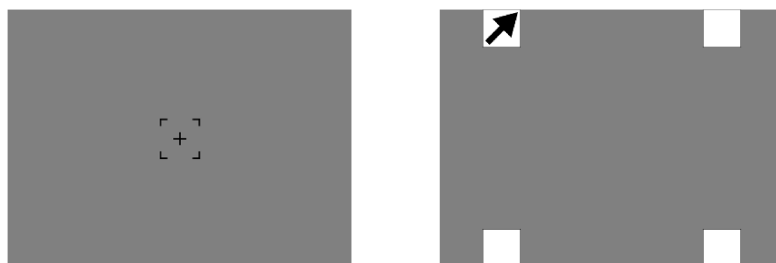
# ***CAPITOLO II - STUDIO SPERIMENTALE***

## ***1. Obiettivi ed ipotesi***

L'obiettivo di questo elaborato preme sulla realizzazione di una variante del test utilizzato dal nostro laboratorio per lo studio dell'effetto Stroop a livello spaziale. Il test precedentemente creato da Puccioni & Vallesi, 2012) studiava perfettamente l'effetto Stroop ma richiedeva uno spostamento dello sguardo coinvolgendo in questo modo l'attenzione spaziale visiva. Questo fattore determina un problema metodologico per futuri esperimenti in quanto, ad esempio, non si sa il costo (in termini di ms) del riorientamento dell'attenzione visuospatiale coinvolto nei trial incongruenti.

Inoltre, con l'obiettivo di svolgere studi di neuroimaging attraverso questo test, lo spostamento dello sguardo creerebbe artefatti in esami come l'elettroencefalografia (EEG) la quale registra l'attività elettrica del cervello e quindi fortemente sensibile.

Daremo il nome di "Older" al test di cui si cerca di generare una variante, il quale è così strutturato:



*Figura 1. Rappresentazione del test "Older"*

Viene presentata al soggetto una prima schermata di fissazione, rappresentata nella prima immagine, successivamente quattro quadrati compariranno nei 4 angoli dello schermo del computer all'interno dei quali comparirà una freccia. È richiesto di ignorare la posizione in cui la freccia compare ed indicarne invece la sua direzione che si distribuiva sulle 4 diagonali. Il test richiede quindi uno spostamento dello sguardo dal punto di fissazione al punto in cui compare la freccia.

Sono stati così generate 5 varianti che pongono lo stimolo visivo al centro, non richiedendo così lo spostamento dello sguardo e non influenzando la prestazione

## ***2. Metodo***

### *2.1 Partecipanti*

Il campione sperimentale era così composto: 71 soggetti di cui 27 appartenenti al sesso maschile e 41 al sesso femminile, 3 soggetti non hanno fornito dati anagrafici. L'età media era pari a 25.4 anni (SD = 8.3 anni). Ai soggetti è stato somministrato il questionario che rileva la mano dominante del soggetto nella vita quotidiana, l'*Edinburg Handedness Inventory* (EHI, Oldfield, 1971). Seguono i dati: (M = 63, SD = 54, range = -100 – 100)

### *2.2 Procedura sperimentale*

Le varianti realizzate per sostituire il metodo "Older" seguono le regole della sovrapposizione dimensionale e di rilevanza dimensionale dell'ottava classe della tassonomia definita da Kornblum (1992). Quindi, una sovrapposizione sulle 3 dimensioni del compito: stimoli congruenti, incongruenti e risposte.

Le 5 varianti vengono di seguito presentate:

### **Variante “Arrow”**

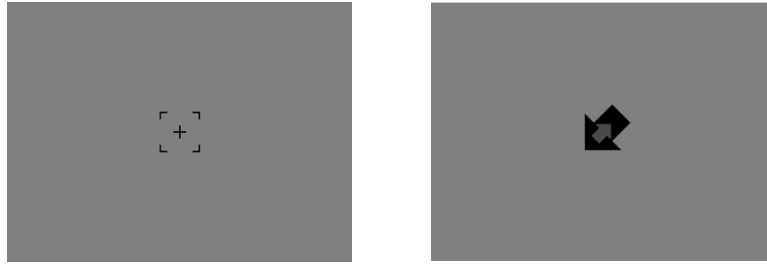
La prima variante rappresentata ha una struttura simile al test “Older”. Si presenta inizialmente la schermata di fissazione con uno stimolo di fissazione che costituisce quattro piccoli quadranti immaginari (Fig. 2). All’interno di questi comparirà la freccia che punterà verso uno degli angoli del suo quadrante. Il soggetto dovrà indicare il verso della freccia ignorando la sua posizione. Anche in questo caso vi sarà la presenza di una condizione “congruente” nel caso in cui il verso coincida con la posizione del quadrante della freccia (es. la freccia compare nel quadrante più in alto a sinistra e il verso della freccia punta all’angolo in alto a sinistra) e di una “incongruente” in cui le 2 situazioni non coincidono.



*Figura 2. Rappresentazione del test “Arrow”*

### **Variante “Embed”**

Questa variante è composta da due frecce che vengono presentate successivamente alla schermata di fissazione (Fig. 3). Una freccia nera, di dimensioni più grandi ed una freccia grigia contenuta all’interno della freccia nera. Il compito del soggetto consiste nell’ignorare il verso della freccia nera (più grande e quindi più facile da elaborare) ed indicare invece il verso della freccia grigia. La situazione di congruenza di creerà quindi quando il verso delle frecce coincidono mentre la situazione di incongruenza si verificherà quando il loro verso non coincide.



*Figura 3. Rappresentazione del test “Embed”*

### **Variante “Navon”**

Sulla base delle teorie di David Navon individuate grazie al suo omonimo test, le persone elaborano le informazioni a livello globale più velocemente delle informazioni a livello locale. È stata creata così una variante che prevede una freccia creata da frecce più piccole (Fig.4). Il verso della freccia creata a livello globale rappresenterà l'informazione rilevante da ignorare mentre il soggetto dovrà indicare i versi delle frecce costituenti.



*Figura 4. Rappresentazione del test “Navon”*

### **Variante “Flank”**

Questa variante è stata costruita sul famoso test ideato da Eriksen e Eriksen (1974), una tra le prime versioni del compito prevedeva l'uso di frecce che potevano puntare tutte verso la stessa direzione, in caso di test congruente, oppure la freccia centrale (target) poteva puntare nel verso opposto, nel caso di test incongruente. Il soggetto doveva quindi sopprimere

l'informazione delle frecce poste lateralmente (flanker) alla freccia centrale, e dire in che verso puntava la freccia target.

La versione adattata per studiare l'effetto Stroop prevede 9 frecce che costituiscono un quadrato, la freccia centrale sarà il target mentre le frecce flanker andranno ignorate (Fig.5). Anche qui si presenta quindi una versione congruente, quando tutte le frecce puntano verso la stessa direzione e una incongruente quando la freccia target ha direzione diversa.



*Figura 5. Rappresentazione del test "Flank"*

### **Variante "Cross"**

In questa variante la schermata di fissazione cambia, essa è costituita da una X centrale come rappresentato in figura 6. Alle estremità delle diagonali compariranno due triangoli di dimensioni differenti ad indicarne la rilevanza; il soggetto dovrà indicare verso che direzione punta l'angolo del triangolo più piccolo ignorando così il triangolo più grande il quale però rappresenta lo stimolo più saliente.



*Figura 6. Rappresentazione del test "Cross"*

I diversi test venivano svolti a computer e ai soggetti veniva richiesto di rispondere attraverso i seguenti tasti della tastiera:

- **E** per gli stimoli che puntavano in alto a sinistra
- **O** per gli stimoli che puntavano in alto a destra
- **D** per gli stimoli che puntavano in basso a sinistra
- **K** per gli stimoli che puntavano in basso a destra

La posizione dei tasti scelti è compatibile con la posizione spaziale degli stimoli garantendo così la sovrapposizione dimensionale.

I test sono stati condotti online tramite la piattaforma gratuita PsyToolkit (Stoet, 2017; Stoet, 2010; [www.psychtoolkit.org](http://www.psychtoolkit.org)). I partecipanti sono stati reclutati tramite degli inviti inviati online da parte degli sperimentatori.

Tutti i compiti prevedevano che la schermata di fissazione durasse 500 ms mentre la schermata di esecuzione del compito veniva presentata fino a quando il soggetto forniva la sua risposta entro un tempo di 2000 ms. Per ogni compito veniva richiesto di eseguire un blocco di 72 trials i quali erano separati da una schermata vuota della durata di 500 ms.

I trials sono stati equamente divisi tra congruenti ed incongruenti. In ogni compito venivano utilizzati 4 stimoli freccia rilevanti e 4 stimoli freccia irrilevanti con un totale di 16 combinazioni di cui 4 erano prove congruenti.

Ogni blocco prevedeva un sotto-blocco di addestramento che permetteva di preparare il soggetto al compito fornendogli un feedback sulla prestazione, il blocco di addestramento terminava quando il soggetto raggiungeva un'accuratezza maggiore del 75% con un minimo di 6 prove.

Tutti i compiti prevedevano l'utilizzo della stessa lista la quale è stata generata per non avere ripetizioni a livello di stimolo e



risposta. Per evitare l'affaticamento il soggetto poteva scegliere la durata della pausa tra i diversi compiti. L'ordine di esecuzione dei 6 compiti è stato programmato secondo un quadrato latino.

### ***3. Analisi dati***

Dopo aver escluso dalle analisi i trial che presentavano tempi di risposta (TR) minori di 150 ms e quelli con risposte sbagliate o mancanti, i TR sono stati trasformati per migliorare l'asimmetria della loro distribuzione data dalla tipica coda a destra; per far sì che i dati si distribuissero in modo più normale è stata usata la formula  $-1000/TR$ . I TR sono stati analizzati con un modello lineare, facente parte dei modelli lineari generali (*general linear model* GLM), a effetti misti (*linear mixed-effects model*, LMM) che permette di tenere conto delle variabili così definite "fisse" e "random".

I LMM agiscono a livello del singolo trial permettendo di valutare e modellare la variabilità dei TR, per esempio introducendo predittori per gli effetti longitudinali di abitudine o fatica e migliorando, quindi, le stime degli effetti di interesse. Inoltre, questo modello sopporta bene gli sbilanciamenti, alcune condizioni hanno infatti più trial di altre.

Dopo aver stabilito i tempi di risposta come variabile determinante, la variabile random è stata attribuita ai partecipanti, questa variabile, solitamente categoriale, può incidere sugli altri livelli, nel nostro caso, i soggetti hanno medie di TR basali diverse .

È stato quindi utilizzato un LMM che includeva diversi predittori confondenti tra gli effetti fissi che potessero spiegare la variabilità trial-per-trial dei TR, tra cui: 1) tre predittori continui che rappresentavano l'ordine del blocco all'interno dell'esperimento (Blocco) e dei trial all'interno di ogni blocco

(Trial), e la loro interazione, in modo da tener conto degli effetti temporali di abitudine/apprendimento o fatica (ossia, una diminuzione o un aumento dei TR nel corso dell'esperimento); 2) un predittore continuo che rappresentava il TR al trial precedente (TRpre), per tener conto della dipendenza temporale (o autocorrelazione) dei TR; 3) un predittore categoriale binario che rappresentava gli errori commessi al trial precedente (ERRpre), per tener conto del cosiddetto post-error slowing. A questi predittori di controllo, sono stati aggiunti i predittori di interesse per gli effetti sperimentali, ossia tre predittori categoriali per stimare l'effetto della versione di Stroop spaziale (Compito), l'effetto della condizione di congruenza (Congruenza) e la loro interazione. In questo modo, l'LMM permetteva anche di valutare le differenze tra gli effetti Stroop nei diversi compiti. L'LMM includeva anche un'intercetta random per tener conto delle differenze individuali di prestazione generale, intesa come TR medi. La formula usata per l'LMM era quindi  $TR \sim \text{Blocco} * \text{Trial} + \text{TRpre} + \text{ERRpre} + \text{Compito} * \text{Congruenza} + (1 | \text{SSID})$ .

## ***4. Risultati***

I risultati dell'LMM vengono riportati nella Tabella 1, i fattori investigati hanno tutti effetto significativo. L'effetto principale del fattore CONGRUENZA indica che, in media, i 6 compiti mostravano un effetto Stroop importante, mentre l'effetto principale del fattore COMPITO indica che, in media, i TR differivano tra i 6 compiti. I due fattori inoltre hanno mostrato un'interazione a livello statistico mostrando come l'effetto Stroop varia tra i compiti.

Per quanto riguarda gli effetti confondenti, l'effetto significativo Trial\*Blocco ( $p = .008$ ) mostra un miglioramento progressivo della prestazione durante l'esperimento: nel corso dei trial di

ogni blocco si è infatti osservata una diminuzione lineare dei TR, che era più accentuata nei primi blocchi dell'esperimento. Inoltre, l'effetto significativo di TRpre ( $p < .001$ ) mostra l'autocorrelazione temporale dei TR: i TR erano tanto più lenti quanto più lento era il TR al trial precedente. Infine, l'effetto significativo di ERRpre ( $p < .001$ ) mostra il post-error slowing: i TR erano più lenti nei trial che erano preceduti da un errore.

**Tabella 1. Risultati dell'LMM**

<b>Effetto</b>	<b>F</b>	<b>GdL1</b>	<b>GdL2</b>	<b>p</b>
Trial	322.7	1	29781	< .001
Blocco	312.8	1	29782	< .001
TRpre	3190.5	1	29832	< .001
ERRpre	489.0	1	29787	< .001
Compito	375.7	5	29782	< .001
Congruenza	6340.0	1	29780	< .001
Trial*Blocco	7.2	1	29778	.008
Congruenza*Compito	122.3	5	29778	< .001

Per quanto riguarda gli effetti di interesse, l'effetto principale significativo del Compito ( $p < .001$ ) mostra una differenza generale di prestazione tra le diverse versioni di Stroop spaziale. Nello specifico, l'ispezione dei coefficienti indica che il compito originale "Older" era quello con i TR medi significativamente maggiori rispetto a tutte le altre versioni, mentre il compito "Cross" era quello con i TR medi significativamente minori rispetto a tutte le altre versioni. Le rimanenti quattro versioni presentavano invece una prestazione generale simile di livello intermedio, con TR non distinguibili tra di loro.

L'effetto significativo della Congruenza ( $p < .001$ ) mostra l'esistenza di un effetto Stroop generale evidente (ossia, mediato

tra le versioni), con TR maggiori per i trial incongruenti rispetto a quelli congruenti.

Cosa più importante, l'interazione significativa tra Compito e Congruenza ( $p < .001$ ) indica l'esistenza di una differenza nell'effetto Stroop tra le diverse versioni, come mostrato in Figura 7.

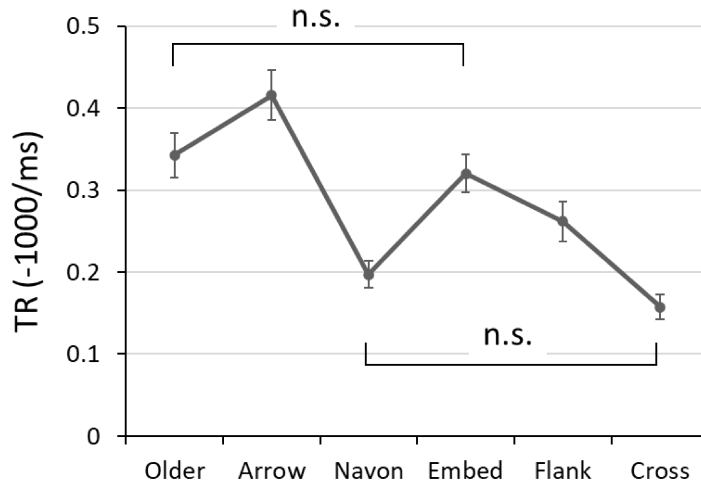


Figura 7. Effetto Stroop nei diversi compiti sperimentali.

Le barre d'errore indicano l'errore standard della media. Le differenze non significative sono indicate da "n.s.".

Come si può vedere dalla Figura 1, le uniche due coppie di compiti a mostrare effetti Stroop simili sono "Older" e "Embed" e "Navon" e "Cross". In particolare, rispetto al compito di controllo "Older", l'effetto Stroop era maggiore nel compito "Arrow" e minore nei compiti "Flanker", "Navon" e "Cross", con il primo di questi tre compiti che mostrava un effetto Stroop maggiore degli altri due.

## ***CAPITOLO III – DISCUSSIONE E CONCLUSIONI***

In base agli studi svolti da Kornblum (1992) sulla compatibilità tra stimoli rilevanti ed irrilevanti e su stimolo e risposta sono stati creati 5 paradigmi sperimentali con l'obiettivo di creare una variante dello Stroop spaziale utilizzato in laboratorio che permettesse di aggirare l'interferenza visuo spaziale data dallo spostamento dello sguardo verso gli stimoli presentati. I 5 paradigmi erano caratterizzati dalla comparsa dello stimolo al centro dello schermo, non richiedendo così uno spostamento dello sguardo.

Le analisi condotte sui 5 paradigmi, svolte tenendo conto di diversi predittori confondenti, hanno mostrato come fosse presente in tutte le varianti un forte effetto Stroop. Svolgendo così un'analisi approfondita sull'interazione tra i predittori Conguenza e Compito è stato possibile distinguere i 6 compiti giungendo alle seguenti conclusioni.

i compiti “*Navon*”, “*Flanker*” e “*Cross*” mostravano un effetto Stroop minore rispetto al compito “*Older*”, mentre il compito “*Arrow*” presentava un effetto Stroop superiore agli altri. La versione “*Embed*”, invece, non ha presentato alcuna differenza significativa, risultando infatti molto simile al compito di controllo “*Older*”.

La versione “*Arrow*” si è rilevata così la più compatibile e adatta a sostituire la versione “*Older*” tenendo conto che anche gli altri paradigmi possono essere utilizzati anche se con minore affidabilità. Questa versione non richiedendo il coinvolgimento dell'attenzione visuospatiale permette un miglioramento delle prestazioni e si propone come buon candidato per futuri studi di neuroimaging riducendo gli stimoli interferenti che potrebbero essere rilevati dall' EEG.



## ***BIBLIOGRAFIA***

- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action* (Vol. 45). OuP Oxford.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Han, C. C., Yang, T. H., Lin, C. Y., & Yen, N. S. (2016). Memory Updating and Mental Arithmetic. *Frontiers in Psychology*, *7*(February), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00072>
- Hilbert, S., Nakagawa, T. T., Bindl, M., & Bühner, M. (2014). The spatial Stroop effect: A comparison of color-word and position-word interference. *Psychonomic Bulletin and Review*, *21*(6), 1509–1515. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0631-4>
- Hommel, B. (1997). Interactions between stimulus-stimulus congruence and stimulus-response compatibility. *Psychological Research*, *59*(4), 248–260. <https://doi.org/10.1007/BF00439302>
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. (1966). The stroop color-word test: A review. *Acta Psychologica*, *25*(C), 36–93. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(66\)90004-7](https://doi.org/10.1016/0001-6918(66)90004-7)
- Kornblum, S. (1994). The way irrelevant dimensions are processed depends on what they overlap with: The case of Stroop- and Simon-like stimuli. *Psychological Research*, *56*(3), 130–135. <https://doi.org/10.1007/BF00419699>
- Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional Overlap: Cognitive Basis for Stimulus-Response Compatibility- A Model and Taxonomy. *Psychological Review*, *97*(2), 253–270. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.2.253>
- Lc, G. D., Schachar, R. J., & Tannock, R. (1990). Impulsivity and Inhibitory Control. *Russell The Journal Of The Bertrand Russell Archives*, 25–30.
- Mckeen Cattell, J. (1886). *Mind Association The Time it Takes to See and Name Objects* Published by : Oxford University Press on behalf of the Mind Association. *Mind*, *11*(41), 63–65.
- Mezzacappa, E. (2016). Executive function. *The Curated Reference Collection in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*, *18*(3), 142–150. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324->

5.06001-6

- Puccioni, O., & Vallesi, A. (2012). High cognitive reserve is associated with a reduced age related deficit in spatial conflict resolution. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(NOVEMBER 2012), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00327>
- Scott, W. A. (1962). Cognitive Complexity and Cognitive Flexibility Author ( s ): William A . Scott Published by : American Sociological Association Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2785779> Accessed : 29-04-2016 14 : 36 UTC Your use of the JSTOR archive indicates your. *Sociometry*, 25(4), 405–414.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Stroop, John Ridley, & Macleod, C. M. (1991). Creator of a Landmark Cognitive Task. *Canadian Psychology*, 32(3), 521–524.