



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**FACOLTÀ DI PSICOLOGIA**

**Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata**  
**Dipartimento di Psicologia dello sviluppo e della Socializzazione**

**Corso di Laurea Triennale in Scienze Psicologiche dello Sviluppo, della Personalità e  
delle Relazioni Interpersonali**

**Tesi di Laurea Triennale**

**CARTA E SCHERMO: UNO STUDIO SUGLI EFFETTI DEL MEZZO DI LETTURA  
SUL CARICO COGNITIVO E LA COMPrensIONE DEL TESTO**

**Paper and screen: A study on the effects of reading medium on cognitive load and text  
comprehension**

***Relatore***

Lucia Mason

***Laureanda***

Letizia Giusti

***Matricola: 2047274***

*Anno Accademico 2023/2024*

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 1</b> .....	<b>2</b>
<b>EFFETTI DEL MEZZO DI LETTURA</b> .....	<b>2</b>
1.1 La comprensione del testo .....	2
1.2 Carico cognitivo.....	5
1.3 Memoria di lavoro come covariata .....	5
<b>CAPITOLO 2</b> .....	<b>8</b>
<b>L'IMPORTANZA DELLO STUDIO DEL CARICO COGNITIVO E DELLA COMPRESIONE DEL TESTO E IL RUOLO DELLA MEMORIA DI LAVORO COME COVARIATA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Studi rilevanti sull'effetto del mezzo di lettura su comprensione e carico cognitivo .....	8
<b>CAPITOLO 3</b> .....	<b>14</b>
<b>LO STUDIO SPERIMENTALE</b> .....	<b>14</b>
3.1 Gli obiettivi dello studio e l'ipotesi di ricerca .....	14
3.2 Il campione .....	15
3.3 Il disegno sperimentale .....	15
3.4 Metodologia e struttura delle sessioni .....	16
3.5 Gli strumenti .....	18
<b>CAPITOLO 4</b> .....	<b>22</b>
<b>ANALISI DEI DATI</b> .....	<b>22</b>
4.1 Statistiche descrittive .....	22
4.2 Confronto tra lettura cartacea e digitale.....	23
4.3 Correlazioni tra memoria di lavoro e variabili dipendenti.....	25
4.4 ANCOVA a misure ripetute per i due tipi di memoria.....	27
<b>CAPITOLO 5</b> .....	<b>30</b>
<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>30</b>
5.1 Discussione dei risultati.....	30
5.3 Limiti dello studio e suggerimenti per gli studi futuri .....	30
5.4 Conclusioni finali.....	32
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>33</b>

# INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, l'incremento delle tecnologie digitali ha trasformato in modo radicale il modo in cui le persone accedono, processano e utilizzano le informazioni. Questo cambiamento è particolarmente evidente nel passaggio dai formati cartacei a quelli digitali nell'ambito della lettura, che ha portato diversi studiosi a interrogarsi sull'efficacia dei dispositivi digitali in questo contesto. Se da un lato i dispositivi digitali offrono un vantaggio di accessibilità dall'altro gli studi fanno emergere questioni legate alla comprensione del testo e alla gestione del carico cognitivo.

Il presente progetto si pone l'obiettivo di andare a indagare le differenze nel carico cognitivo e nella comprensione del testo tra la lettura su supporti cartacei e quella su supporti digitali, ponendo l'attenzione anche sul ruolo della memoria di lavoro, distinguendo quella verbale e quella visuo-spaziale, indagando i loro contributi alle variabili dipendenti analizzate. Questa ricerca, condotta su un campione di 72 partecipanti, si propone, quindi, di rispondere a due domande fondamentali:

1. Esistono differenze significative tra la lettura su carta e quella digitale nel carico cognitivo e nella comprensione del testo?
2. Qual è il contributo della memoria di lavoro, verbale e visuo-spaziale, nel determinare queste differenze?

Con questa analisi si intende contribuire al dibattito scientifico sulle implicazioni cognitive della lettura in un contesto sempre più digitalizzato, fornendo spunti utili per migliorare l'efficacia della lettura e dell'apprendimento in ambito accademico e professionale.

# **CAPITOLO 1**

## **EFFETTI DEL MEZZO DI LETTURA**

La lettura di testi scientifici è un'attività complessa e impegnativa a livello cognitivo, poiché, nella maggior parte dei casi, viene utilizzato un linguaggio specifico e tecnico che richiede al lettore di possedere le abilità di elaborazione, sintesi e analisi delle informazioni. La lettura risulta un processo cognitivo complesso che si basa su una serie di variabili, come ad esempio le caratteristiche del testo e le preconoscenze del lettore.

Con il progresso digitale avvenuto negli ultimi anni e il conseguente passaggio dai testi cartacei a quelli digitali, si sono scatenati diversi dibattiti nell'ambito scientifico riguardo all'influenza delle nuove tecnologie sui processi cognitivi. Ci si chiede quindi se anche il mezzo attraverso cui viene effettuata la lettura possa influenzare il modo in cui le informazioni vengono assimilate e comprese.

È importante cercare di esplorare gli effetti del mezzo di lettura su diverse variabili dipendenti; in questo progetto ne verranno analizzate due fondamentali: il carico cognitivo e la comprensione del testo. Inoltre, verrà discusso il ruolo della memoria di lavoro come covariata, che permette, quindi, di rendere più chiaro l'effetto della variabile indipendente sulla variabile dipendente.

### **1.1 La comprensione del testo**

La comprensione del testo è una variabile dipendente fondamentale nell'analisi degli effetti del mezzo di lettura. Essa indica la capacità del lettore di interpretare ed elaborare le informazioni del testo in una struttura coerente. Questo processo è particolarmente impegnativo, poiché non viene richiesto solo di comprendere il significato letterale delle frasi proposte, ma anche di fare inferenze, ovvero collegare i vari concetti integrandoli con le preconoscenze possedute.

La comprensione del testo si articola su diversi livelli, che indicano con quanta profondità il lettore elabora le informazioni del testo che sta leggendo. I due livelli principali sui quali si articola la comprensione del testo sono la comprensione letterale e la comprensione inferenziale. Questi sono quindi legati a processi cognitivi distinti e hanno applicazioni differenti per l'elaborazione di informazioni e per l'apprendimento. La distinzione tra questi due livelli non è attribuibile ad un singolo autore in modo definitivo poiché è stato un argomento

ampiamente discusso dalla psicologia cognitiva e dell'educazione. Uno dei contributi più influenti è sicuramente il modello di Kintsch, sviluppato insieme al collega van Dijk nel 1978, in cui vengono distinti tre livelli di rappresentazione, due dei quali possono spiegare la distinzione tra comprensione letterale e inferenziale: la rappresentazione di base delle informazioni, concetto simile alla comprensione letterale, e i processi complessi che coinvolgono le inferenze, ovvero la comprensione inferenziale. Un riferimento importante è l'articolo "Toward a Model of Text Comprehension and Production" del 1978, pubblicato sulla rivista *Psychological Review*, in cui i due autori propongono un modello teorico per spiegare i processi cognitivi che vengono attivati durante la lettura di un testo. Oltre a distinguere i livelli di comprensione, essi spiegano come quella del testo dipenda dall'abilità del lettore di interpretare e integrare le informazioni per costruire una rappresentazione mentale coerente del contenuto. L'articolo di Kintsch e van Dijk (1978) è considerato un pilastro negli studi sulla comprensione del testo e in psicologia cognitiva, poiché il loro modello ha influenzato ampiamente gli studi accademici successivi sulla lettura, sull'elaborazione del testo e sull'apprendimento. "Toward a Model of Text Comprehension and Production" è quindi un'opera fondamentale per capire la distinzione tra comprensione letterale e inferenziale.

La comprensione letterale è il livello più immediato e basilare della comprensione del testo. Il lettore si limita a dare importanza e ricordare solo le informazioni che sono esplicitamente presenti nel testo, senza elaborare ulteriori significati. Questo tipo di comprensione richiede processi di riconoscimento e decodifica, costituendo la base per i livelli di comprensione più elevati. La comprensione letterale è quindi essenziale anche se non permette di integrare le informazioni lette con le preconcoscenze possedute dal lettore e di cogliere pienamente i significati più profondi del testo.

La comprensione inferenziale è un livello più avanzato di elaborazione e comprensione, prevedendo che il lettore riesca ad andare oltre a ciò che è esplicitamente dichiarato nel testo e formulare inferenze basate su ciò che è presente nel testo, sul contesto, sulla propria capacità di ragionamento e sulle proprie conoscenze pregresse. A differenza del livello letterale, questo livello riguarda processi maggiormente complessi e richiede di interpretare i significati impliciti collegando le varie informazioni. Questo livello di comprensione richiede un maggiore impegno cognitivo poiché è necessario integrare le informazioni esplicite con quelle implicite, attribuendo un significato coerente. La comprensione inferenziale è quindi fondamentale quando il lettore si appropria ad un testo scientifico perché permette di andare in profondità,

andando oltre ai dettagli più superficiali e di raggiungere una comprensione più significativa e completa del testo.

I due livelli sono connessi strettamente tra di loro poiché la comprensione letterale costituisce la base per la comprensione inferenziale. Nel caso in cui il lettore non sia in grado di cogliere in un testo le informazioni più superficiali ed esplicite, non riuscirà a cogliere le informazioni implicite in modo tale da poter effettuare delle inferenze significative. È necessario sviluppare entrambi i livelli di comprensione per riuscire a padroneggiare in modo ottimale e funzionale i testi scientifici, poiché la comprensione letterale non è sufficiente da sola per affrontare concetti teorici o individuare i dati impliciti.

Negli ultimi decenni sono state molte le ricerche condotte sul confronto tra il cartaceo e il digitale, con risultati che, nella maggior parte dei casi, evidenziano una maggiore comprensione dei testi somministrati attraverso un supporto cartaceo. Delgado et al. (2018) hanno condotto una meta-analisi comprensiva che esaminava 54 studi pubblicati tra il 2000 e il 2017. In questa analisi si confrontavano i risultati della comprensione del testo tramite la lettura cartacea o digitale, mettendo in evidenza come il cartaceo sia associato ad una migliore comprensione, soprattutto quando si tratta di testi informativi e argomentativi e nei casi in cui il tempo a disposizione è limitato. Un altro elemento che lo studio di Delgado et al. (2018) ha messo in evidenza è che i lettori sullo schermo, a differenza di quelli che leggono attraverso mezzi cartacei, tendono a mettere in atto un fenomeno che prende il nome di *calibration bias*, ossia tendono a sovrastimare la propria comprensione poiché sottovalutano lo sforzo cognitivo che il compito richiede e ad impegnarsi di meno. Le ragioni che portano a questi risultati possono essere molteplici. In primo luogo, la lettura sullo schermo, rispetto a quella su carta, tende a essere soggetta maggiormente a distrazioni e ad essere maggiormente frammentata. Mangen et al. (2013) hanno condotto un esperimento con studenti delle scuole superiori, dividendoli in due gruppi: una parte di studenti leggeva attraverso un dispositivo digitale e la restante parte su un formato cartaceo. I risultati mostrano che i lettori su carta dimostravano una comprensione più profonda e accurata, soprattutto quando gli si chiedeva di riportare informazioni dettagliate e concetti complessi (Mangen et al., 2013).

## **1.2 Carico cognitivo**

Il carico cognitivo è una variabile dipendente cruciale da considerare nel confronto tra lettura attraverso dispositivi digitali e cartacei. Inizialmente presentata in vari articoli scientifici e poi approfondita e ampliata nel testo accademico “*Cognitive Load Theory*” del 2011, la teoria del carico cognitivo proposta da Sweller (1988), indica come esso faccia riferimento alla quantità di risorse mentali necessarie per eseguire un compito cognitivo come la lettura e la comprensione di un testo (Sweller, 1988). Il carico cognitivo nei testi scientifici tende a essere elevato a causa dei contenuti complessi e la necessità di gestire nello stesso momento diversi concetti, equazioni, tabelle o grafici. Un elemento fondamentale che determina la distinzione dei testi cartacei da quelli digitali è la differenza tra lettura lineare e non lineare. I lettori di testi cartacei tendono a sfogliare le pagine in modo ordinato e a seguire una sequenza predefinita; questo tipo di lettura rende più semplice la costruzione di una rappresentazione mentale stabile del testo, permettendo una maggiore comprensione del senso del testo in generale e un rapido richiamo delle informazioni principali. Al contrario, la lettura attraverso dispositivi digitali, a causa della loro interattività, che spinge il lettore a saltare da un’informazione all’altra, induce deviazioni e interruzioni e quindi una conseguente maggiore difficoltà a recuperare le informazioni più significative del testo. Delgado et al. (2018) confermano che la lettura attraverso dispositivi digitali aumenta il carico cognitivo, sottolineando che la frammentazione causata dalle distrazioni tipiche del digitale, non solo aumenta il carico cognitivo ma riduce anche il focus cognitivo, andando a interferire sulla capacità del lettore di analizzare le informazioni in modo profondo (Delgado et al., 2018). Mangen et al. (2013), attraverso il suo esperimento, confermano che la lettura su dispositivi digitali può interferire con questo processo di integrazione cognitiva, riducendo la capacità del lettore di fare inferenze e collegare concetti.

## **1.3 Memoria di lavoro come covariata**

La memoria di lavoro rappresenta il sistema cognitivo responsabile della conservazione e manipolazione temporanea delle informazioni durante l’elaborazione di un compito complesso (Baddeley, 1986). La memoria di lavoro rappresenta quindi una componente fondamentale del funzionamento cognitivo, in quanto dà la possibilità di conservare e manipolare temporaneamente le informazioni durante il processo di lettura e comprensione del testo (Baddeley, 2000).

Baddeley (2000), uno dei principali studiosi della memoria di lavoro, ha messo in evidenza in evidenza come la memoria sia suddivisa in due componenti: una componente verbale, responsabile della conservazione delle informazioni linguistiche, e una componente spaziale, predisposta alla gestione delle informazioni visuo-spaziali. Esse sono due sistemi che, nonostante siano distinti, collaborano simultaneamente per facilitare l'elaborazione delle informazioni testuali e visive. Nella lettura di testi scientifici entrambe queste componenti sono fondamentali per permettere al lettore di combinare contenuti testuali con grafici, tabelle e diagrammi. Quando viene studiato il processo di lettura, la memoria di lavoro può influenzare la capacità di trattenere i concetti chiave, collegare nuove informazioni alle proprie preconcoscenze e fare inferenze. Prendere in considerazione la memoria di lavoro come variabile di controllo permette di controllarne l'impatto sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo, garantendo dei risultati che non siano distorti dalle differenze individuali nelle capacità di elaborazione cognitiva.

La memoria di lavoro verbale è fondamentale per la comprensione di testi scientifici dato che consente a chi legge di trattenere in modo temporaneo le informazioni linguistiche, per permettere al lettore di fare inferenze e integrare nuovi dati con conoscenze già possedute in precedenza. Questo processo è facilitato dalla lettura su carta che, grazie alla sua linearità e al fatto che è meno soggetta a distrazioni, permette di collegare le informazioni che l'individuo legge con le sue preconcoscenze, creando una rete di collegamenti significativa. Al contrario, la lettura su dispositivi digitali, può compromettere l'efficacia della memoria di lavoro verbale andando a sovraccaricare il sistema cognitivo. Chi legge su carta può visualizzare simultaneamente diverse parti del testo; questo è considerato un vantaggio perché permette di creare con facilità una mappa mentale coerente e di confrontare le diverse sezioni dello stesso documento. La lettura su carta, pertanto, consente al lettore di recuperare in modo rapido informazioni precedenti senza perdere il contesto e quindi di conseguenza migliora l'efficienza della memoria di lavoro spaziale (Mangen et al., 2013).

La memoria di lavoro spaziale è, al contrario, messa sotto pressione nella lettura digitale a causa della natura più frammentata della navigazione. Passare da una schermata all'altra o scorrere in avanti e indietro tra diverse sezioni del testo può sovraccaricare la memoria di lavoro andando a interrompere il flusso di lettura. Questo effetto è stato evidenziato anche da Mangen et al. (2013), poiché un aumento del carico cognitivo può ridurre la capacità della memoria di lavoro di elaborare simultaneamente più informazioni. Secondo questi studiosi, il formato

digitale può quindi sovraccaricare la memoria di lavoro, in particolare quella spaziale, rendendo più difficile la formazione di una mappa mentale o di uno schema coerente con il contenuto del testo.

## **CAPITOLO 2**

### **L'IMPORTANZA DELLO STUDIO DEL CARICO COGNITIVO E DELLA COMPrensIONE DEL TESTO E IL RUOLO DELLA MEMORIA DI LAVORO COME COVARIATA**

L'ambito scolastico e accademico, negli ultimi anni, ha subito una trasformazione significativa per quanto riguarda i metodi di apprendimento e di lettura, a causa del progresso tecnologico. Diventa quindi sempre più rilevante lo studio degli effetti del mezzo di lettura sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo. Lo studio di queste due variabili è di grande rilevanza didattica nell'era digitale, dove il cambiamento dalla lettura su carta a quella su schermo ha sollevato molti interrogativi sulle implicazioni cognitive di quest'ultima modalità. La memoria di lavoro, in questo contesto, rappresenta una covariata fondamentale per comprendere le differenze nei processi cognitivi che emergono a seconda del mezzo di lettura utilizzato. Diversi e numerosi sono gli studi che hanno indagato l'influenza del mezzo di lettura sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo, utilizzando diversi strumenti. Questo capitolo si propone proprio di esplorare questi studi, con un'attenzione particolare a quelli che trattano anche la memoria di lavoro, in entrambe le sue componenti.

#### **2.1 Studi rilevanti sull'effetto del mezzo di lettura su comprensione e carico cognitivo**

Sono numerosi gli studi che indagano l'influenza del mezzo di lettura sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo. Molti di questi si concentrano in particolare sul confronto tra la lettura attraverso dispositivi digitali e cartacei. Come già affermato, le caratteristiche di questi mezzi possono influenzare la lettura e i processi cognitivi sottostanti a quest'ultima e, inoltre, possono interagire con la memoria di lavoro.

Secondo Mangen et al. (2013), la lettura su schermo altera i processi cognitivi di base rispetto alla lettura tradizionale su carta. Un primo studio, basato sul confronto tra lettura di testi su carta e su schermi, ha messo in evidenza come la lettura digitale richieda l'impiego di maggiori risorse cognitive e, di conseguenza, un carico cognitivo elevato può portare ad un sovraccarico della capacità di memoria di lavoro che compromette la comprensione. Quando gli studenti devono fare inferenze e collegare concetti tra diverse sezioni del testo, questo aspetto appare molto evidente. Per quanto riguarda la comprensione del testo, i risultati dello

studio indicano che i lettori tendono a comprendere meglio i testi letti sul cartaceo rispetto a quelli letti attraverso dispositivi digitali. Questa differenza, secondo Mangen et al. (2013), è legata all'uso della memoria di lavoro, poiché la linearità del testo cartaceo aiuta gli studenti a ridurre il carico sulla memoria di lavoro e migliorare la comprensione. È stato quindi evidenziata una visibile connessione tra il mezzo di lettura, il carico cognitivo e la comprensione del testo, indicando anche il ruolo cruciale che svolge la memoria di lavoro.

Successivo a quello di Mangen et al. (2013) è lo studio di Kong et al. (2018) in cui viene confrontata la prestazione di lettura su supporti cartacei e su schermo, attraverso una meta-analisi di numerosi studi. L'indagine ha mostrato che la lettura su carta, nonostante la differenza dei due mezzi di lettura sembri ridursi nel tempo, continua a mostrare vantaggi significativi per quanto riguarda la comprensione del testo, per testi semplici ma soprattutto per testi complessi, in particolare nei casi in cui è richiesta e necessaria una lettura approfondita. Lo studio mette in evidenza come, sebbene la lettura digitale offra vantaggi in termini di accesso rapido e flessibilità, potrebbe minare la capacità di costruire una comprensione profonda del testo a causa della frammentazione del processo di lettura. L'analisi suggerisce che il carico cognitivo durante la lettura su dispositivi digitali è più elevato, specialmente nei compiti che richiedono l'integrazione di informazioni complesse, a causa della maggiore difficoltà nel mantenere l'attenzione su testi più lunghi ma anche a causa delle distrazioni che i dispositivi digitali offrono. Nonostante lo studio non affronti in modo diretto la memoria di lavoro verbale e spaziale, i risultati indicano che la lettura su schermo, quando c'è una richiesta di un elevato sforzo cognitivo, può sovraccaricare la memoria di lavoro. Il concetto emerge, quindi, indirettamente quando si parla di comprensione del testo e carico cognitivo. Lo studio mette in evidenza, infatti, come il cambio di formato e le distrazioni visive tipiche del digitale rischiano di interferire con la capacità di memoria di lavoro e che, di conseguenza, il lettore non sia in grado di gestire le informazioni in modo efficace ed efficiente.

Latini et al. (2020) hanno avuto l'obiettivo di indagare se la lettura su schermo di contenuti multimediali, ovvero che oltre al testo presentavano una serie di immagini a cui il lettore doveva prestare attenzione, fosse differente dalla lettura su carta. Latini et al. (2020) hanno esaminato l'elaborazione cognitiva e l'integrazione delle informazioni testuali e visive durante la lettura su supporti cartacei e su schermo, tramite l'utilizzo di una specifica tecnologia: *l'eye tracking*. Questa tecnologia misura e registra i movimenti degli occhi andando a soffermarsi su dove, in che ordine e quanto a lungo la persona guarda i vari punti di un testo

o di una scena. Gli *eye tracker* sono i dispositivi che vengono utilizzati per dare informazioni oggettive sulla direzione dello sguardo e rilevare non solo i momenti in cui lo sguardo rimane fisso su un punto, ma anche i movimenti più rapidi degli occhi. Questi dispositivi utilizzano una telecamera a raggi infrarossi catturando i movimenti dello sguardo. Tali informazioni vengono poi elaborate da un software che permette di determinare dove sta guardando la persona e come i suoi occhi si muovono (Rayner, K. 1998). Si tratta di una tecnica molto utilizzata in psicologia per capire come le persone percepiscono e processano le informazioni visive, permettendo di andare ad indagare diversi processi cognitivi.

Latini et al. (2020) hanno utilizzato questa tecnologia per misurare l'attenzione visiva e l'elaborazione delle informazioni, mettendo a confronto la carta e lo schermo, in quanto un gruppo di partecipanti ha letto il testo su dispositivi digitali e l'altro su carta. Diversi sono stati i parametri esaminati; oltre alle *fissazioni*, ovvero i momenti in cui lo sguardo è fermo su un punto, e le *saccadi*, ovvero i movimenti rapidi che l'occhio fa quando si sposta lo sguardo da un punto ad un altro, sono state indagate anche le transizioni tra testo e immagini, ovvero il modo in cui i lettori passavano lo sguardo dal testo all'immagine e viceversa. I risultati mettono in evidenza come lo schermo crei maggiori difficoltà al lettore per quanto riguarda l'integrazione delle informazioni provenienti dalle immagini e dai testi proposti. I lettori su schermo tendono a non concentrarsi in modo adeguato e sufficientemente attento sul testo, ponendo maggiormente la loro attenzione sugli elementi visivi. Questo risultato viene interpretato come una conseguenza del maggiore carico cognitivo legato alla gestione di informazioni in formato digitale, che richiede un maggiore sforzo della memoria di lavoro.

Un altro studio che ha utilizzato la tecnica del *eye tracking* è quello di Delgado et al. (2022) in cui viene utilizzata per analizzare lo sforzo cognitivo richiesto per il compito di leggere un testo su tablet, quindi un supporto digitale, o su carta. In questo studio, a differenza di quello di Latini et al. (2020), oltre ad esaminare la durata delle fissazioni e le saccadi, sono stati considerati anche i *ritorni regressivi*, ovvero i movimenti dell'occhio che tornano indietro a rivedere parti del testo già lette. Mentre il campione di lettori leggeva lo stesso testo su supporti diversi venivano, quindi, registrati i movimenti oculari e successivamente veniva somministrata ai partecipanti una prova di comprensione del testo che permetteva di andare a vedere quanto avessero capito e ricordato delle informazioni precedentemente lette. I risultati di questo studio indicano che la lettura tramite i tablet, specialmente nel caso in cui vengano proposti testi lunghi e complessi, richiede al lettore un maggiore sforzo cognitivo. Questo viene

messo in evidenza dai tempi di fissazione più lunghi, da minore fluidità nei movimenti oculari e da un numero di ritorni regressivi più elevato, suggerendo che i partecipanti hanno maggiore difficoltà ad elaborare il testo quando questo viene letto attraverso uno schermo. I lettori su carta, rispetto a quelli su digitale, mostrano una diminuzione delle pause di rilettura e un aumento della comprensione globale, indicando che l'elaborazione delle informazioni, quando la lettura avviene sullo schermo, richiede un impiego significativamente maggiore delle risorse della memoria di lavoro.

Precedente a questo studio, Delgado et al. (2021), esploravano come la lettura attraverso lo schermo influenzi l'attenzione e la comprensione del testo quando i lettori sono sottoposti alla *pressione temporale*, dover completare un compito entro un limite di tempo prestabilito, solitamente percepito come insufficiente. Questa è una variabile spesso studiata in psicologia in relazione ai processi di cognizione e prestazioni in situazioni stressanti, poiché può influenzare significativamente il modo in cui le persone elaborano le informazioni, rispondono a compiti complessi e prendono decisioni. Quando le persone affrontano un compito mentre sono sottoposte a pressione temporale, tendono a modificare il modo di elaborare le informazioni, andando ad esempio a percepire come minore il carico cognitivo (Finucane et al., 2000). Secondo alcuni studi la pressione temporale può sovraccaricare la memoria di lavoro e anche altre risorse cognitive poiché influenza la capacità di eseguire con successo compiti complessi. Lo studio di Delgado et al. (2021) prevedeva la divisione dei partecipanti in due gruppi: un gruppo leggeva su supporti cartacei mentre l'altro su un dispositivo digitale, che poteva essere o un tablet o un computer. Ai partecipanti veniva chiesto di portare a termine un compito di lettura entro un tempo prestabilito, sottoponendoli quindi ad una pressione temporale. Quando i partecipanti finivano di leggere il testo veniva chiesto loro di svolgere un test di comprensione per andare a osservare quanto avessero capito e memorizzato dell'argomento trattato nel testo. Gli studiosi analizzavano, quindi, il comportamento di lettura dei partecipanti in relazione al tempo impiegato per svolgere la prova, considerando il numero di volte in cui i lettori tornavano indietro a rileggere parti del testo. I risultati mostrano che i lettori che svolgono la prova con i dispositivi digitali tendono a perdere più frequentemente l'attenzione e ad avere una comprensione del testo inferiore rispetto a quelli che leggono sulla carta. I lettori digitali, infatti, tendono ad avere un'attenzione meno coerente e molto frammentata: questo viene messo in evidenza dal fatto che i partecipanti tornavano indietro a rileggere parti del testo molto frequentemente. A differenza della lettura su dispositivi digitali,

la lettura su carta sembra non compromettere, in uguale misura, la capacità di assimilare e ricordare le informazioni chiave del testo. Una variabile importante e fondamentale del disegno di questo studio è, come si è detto, la pressione temporale. A tal riguardo i lettori su carta mantenevano una lettura più fluida anche sotto pressione, a differenza dei lettori su schermo che mostravano segni di essere maggiormente soggetti alla pressione temporale. Un altro risultato messo in evidenza è il fatto che i lettori su carta sembrano avere minori difficoltà a collegare le varie informazioni presenti nel testo, riuscendo più facilmente a trarre conclusioni e fare inferenze. In questo studio Delgado non affronta la memoria di lavoro come argomento centrale ma, come mettono in evidenza anche studiosi prima di lui, i risultati relativi allo sforzo cognitivo e alla difficoltà di elaborazione del testo letto su schermo potrebbero essere collegati a un sovraccarico della memoria di lavoro. Le implicazioni di questo studio sono molto rilevanti, sia per quanto riguarda l'istruzione, sia per quanto riguarda l'ambito lavorativo. Delgado et al. (2021), infatti, suggeriscono come non sia ottimale e funzionale l'uso di schermi digitali per la lettura di testi complessi quando il lettore si trova sotto pressione temporale perché questa può portare a una riduzione significativa non solo dell'attenzione ma anche della comprensione del testo.

Un altro importante contributo nello studio dell'impatto del mezzo di lettura sui processi cognitivi è lo studio di Ronconi e al. (2023). Questo recente studio ha coinvolto un campione di adolescenti provenienti da diverse scuole superiori che sono stati divisi in due gruppi: uno ha letto testi sullo schermo e l'altro sulla carta. L'obiettivo è stato quello di esaminare l'effetto del mezzo di lettura sul carico cognitivo percepito, sulla comprensione del testo e sulla calibrazione metacognitiva della comprensione in adolescenti. Quest'ultima abilità fa riferimento al valutare in modo accurato il proprio livello di comprensione e anche la difficoltà del materiale letto; questo è un aspetto fondamentale per riuscire a sviluppare una buona competenza di apprendimento autonomo. I risultati di questo studio mostrano che i partecipanti tendevano a sovrastimare la propria comprensione quando leggevano il testo su dispositivi digitali, si parla quindi di *calibration bias*. I risultati, inoltre, evidenziano come la lettura su carta porti una comprensione maggiore rispetto alla lettura su schermo, confermando quindi quanto emerso negli studi precedenti. È importante sottolineare che in questo studio è stata inclusa la memoria di lavoro come covariata; questo ha permesso di distinguere meglio gli effetti del mezzo di lettura sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo. lo studio di Ronconi et al. (2023) è quello su cui si basa la ricerca empirica che questo elaborato presenta.

In sintesi, la letteratura scientifica indica in modo chiaro come il mezzo di lettura abbia un impatto significativo sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo dimostrando che, nonostante i mezzi di lettura digitali siano sempre più diffusi, non sempre può essere funzionale sostituirli alla carta. L'inclusione nelle analisi della memoria di lavoro come covariata permette, inoltre, di comprendere meglio il modo in cui le differenze individuali nelle capacità cognitive possano moderare l'effetto del mezzo di lettura.

## **CAPITOLO 3**

### **LO STUDIO SPERIMENTALE**

Il presente capitolo descrive nel dettaglio lo studio sperimentale che è stato condotto per esplorare l'influenza del mezzo di lettura, quindi carta e schermo, sul carico cognitivo percepito dagli studenti e sulla comprensione del testo. Questo studio pone anche una particolare attenzione al ruolo della memoria di lavoro come covariata in quanto mira a isolare l'influenza di questa capacità cognitiva individuale, per una comprensione più accurata degli effetti specifici del mezzo di lettura sulle prestazioni degli studenti. Seguendo la struttura dello studio di Ronconi et al. (2023), l'esperimento adotta un disegno sperimentale *within-subjects* che permette di confrontare le prove dei partecipanti su entrambi i mezzi di lettura. Saranno esposti, quindi: l'ipotesi di ricerca, il campione, il disegno sperimentale, la metodologia impiegata e la struttura delle sessioni e gli strumenti utilizzati per indagare le variabili analizzate.

#### **3.1 Gli obiettivi dello studio e l'ipotesi di ricerca**

Lo studio sperimentale che rappresenta il nucleo di questo elaborato si propone di indagare le differenze nel modo in cui gli studenti processano e comprendono i testi letti in base al mezzo con cui avviene la lettura. Nello specifico l'obiettivo della ricerca è quello di capire se il mezzo di lettura possa influenzare in maniera significativa il carico cognitivo e la comprensione del testo e in che modo la memoria di lavoro, verbale e spaziale, possa contribuire a queste prestazioni. L'ipotesi di ricerca principale è che la lettura su carta possa essere associata ad una maggiore comprensione del testo e ad un minore carico cognitivo, rispetto alla lettura digitale che prevederebbe, al contrario, la percezione di un maggiore carico cognitivo ed una minore comprensione del testo (Delgado et al., 2021). Per quanto riguarda invece l'analisi del ruolo della memoria di lavoro lo studio ha come obiettivo quello di esaminare questa variabile come covariata, sia per quanto riguarda il carico cognitivo sia per la variabile della comprensione del testo. Lo studio cerca, quindi, di valutare se le capacità di memoria di lavoro moderino l'effetto del mezzo di lettura sul carico cognitivo percepito dai partecipanti. Si ipotizza, inoltre, che gli studenti con una memoria di lavoro, verbale e spaziale, più efficiente, conseguano prestazioni migliori nella comprensione del testo indipendentemente dal mezzo di lettura utilizzato per svolgere il compito.

## 3.2 Il campione

Il campione dello studio è composto da 82 studenti provenienti da una scuola secondaria di II grado italiana, un Liceo. I partecipanti sono stati selezionati dalle classi seconde dell'istituto, con un'età media di 15 anni. La partecipazione è stata volontaria e tutti gli studenti coinvolti hanno fornito il consenso informato, approvato precedentemente anche dai genitori o tutori legali. Tutti i partecipanti sono stati informati sulle procedure delle diverse sessioni dell'esperimento e sulla suddivisione di quest'ultime durante le ore scolastiche.

## 3.3 Il disegno sperimentale

I partecipanti hanno interagito con entrambi i mezzi di lettura in sessioni separate. Come già detto, il disegno sperimentale viene definito *within-subjects*, in quanto è un tipo di disegno di ricerca in cui tutti i partecipanti sono esposti a tutte le condizioni sperimentali. In questo specifico caso, quindi, tutti gli studenti svolgevano la prova prima sul cartaceo e poi sul digitale, o viceversa, in due sessioni differenti. Questo approccio differisce dal disegno *between-subjects*, in cui i vari partecipanti sono divisi in gruppi diversi e ciascuno dei gruppi sperimenta solo una condizione, non entrambe (Field, 2018).

Sono diversi i vantaggi che porta questo tipo di disegno sperimentale: uno di questi è che riduce la varianza tra i soggetti e migliora la potenza statistica. Questo succede perché ogni partecipante funge da proprio controllo e le differenze individuali che potrebbero influenzare i risultati sono eliminate o molto ridotte. Questo permette di rilevare effetti anche piccoli con un campione di dimensioni più ridotte. Le differenze nelle prestazioni, in questo specifico tipo di disegno, sono attribuite con maggiore certezza alla manipolazione sperimentale e non a variabilità preesistenti tra i partecipanti. Un'altra caratteristica significativa di questo disegno sperimentale è che permette di controllare facilmente le variabili confondenti, questo perché tutti i partecipanti sono esposti a tutte le condizioni. Le variabili confondenti, come, ad esempio, le differenze individuali nelle capacità cognitive, genere o età, sono più facili da considerare rispetto a un disegno *between-subjects* e questo permette di aumentare la validità interna dello studio e di avere risultati più accurati (Field, 2018). Nonostante i vantaggi siano molti, il disegno *within-subject* presenta alcuni svantaggi. Un problema che viene messo in evidenza è il rischio di *effetti di ordine*, ovvero il fatto che i risultati possono essere influenzati dall'ordine in cui i partecipanti completano le prove o i compiti assegnati. Se un partecipante, ad esempio, eseguisse un compito due volte, potrebbe migliorare, indipendentemente dalla condizione

sperimentale, per la familiarità del compito. Alcuni ricercatori, per superare questo problema, utilizzano una tecnica che varia l'ordine delle condizioni per ridurre gli effetti: il *contro-bilanciamento* (Gravetter & Forzano, 2018). Un altro svantaggio che viene spesso messo in evidenza è l'*effetto fatica*, che indica il fatto che i partecipanti potrebbero stancarsi o perdere interesse durante lo svolgimento dei compiti dello studio e come questo potrebbe influenzare negativamente le loro prestazioni indipendentemente dalla condizione sperimentale (Gravetter & Forzano, 2018). Diventa importante, quindi suddividere le varie sessioni in modo da non affaticare o annoiare i partecipanti e mantenerli attenti e impegnati durante tutto il compito.

Il disegno sperimentale adottato prevede che ogni partecipante legga due testi scientifici su due differenti argomenti. Agli studenti viene proposto: o un testo sui vulcani o un testo sui terremoti, entrambi argomenti che non fanno parte del programma di studio dell'anno scolastico corrente e che quindi non sono stati precedentemente affrontati in classe dai docenti; questo permetteva di garantire che le risposte non fossero influenzate da preconcoscienze. Questi differenti testi vengono proposti su due diversi mezzi di lettura: o su un supporto cartaceo o su un dispositivo digitale, in questo caso specifico vengono utilizzati i computer forniti dall'istituto. Questo procedimento deve essere fatto in modo bilanciato, ovvero metà del campione legge prima su carta e poi in digitale, mentre l'altra metà segue l'ordine inverso. Questo bilanciamento permette di evitare effetti di ordine che potrebbero condizionare la comprensione.

### **3.4 Metodologia e struttura delle sessioni**

La raccolta dei dati dello studio si articola in tre sessioni distinte. La prima sessione riguarda la somministrazione di un questionario attraverso l'uso di Qualtrics, una piattaforma online utilizzata per la creazione e la somministrazione di compiti. Viene utilizzata in particolare nell'ambito accademico della psicologia, poiché consente di utilizzare diversi formati di risposta personalizzando così la raccolta dati e fornire strumenti avanzati per l'analisi delle risposte raccolte. In questo caso specifico, Qualtrics viene utilizzato per raccogliere le informazioni demografiche, quali: età, genere, classe, scuola, madrelingua; le abitudini di lettura, ovvero la frequenza con cui i partecipanti leggono testi su carta o su schermo; le preconcoscienze, attraverso tre domande aperte per ognuno dei due argomenti trattati nei testi. Prima di svolgere i compiti, viene chiesto ai ragazzi di creare un codice personalizzato, da usare poi anche nelle sessioni successive, per riuscire a unire le varie prove nel dataset ma

mantenendo i partecipanti completamente anonimi. Durante la prima sessione vengono somministrati anche due test per misurare la capacità di memoria di lavoro, sia verbale sia spaziale.

La seconda e la terza sessione prevedevano la lettura dei due testi scientifici proposti e lo svolgimento di un compito di comprensione, preceduto da alcune domande a indagare il carico cognitivo percepito dal partecipante. Agli studenti veniva chiesto di leggere il testo con attenzione quante volte ne avessero bisogno per sentirsi pronti a rispondere alle domande, senza possibilità di evidenziare il testo o di appuntarsi le informazioni lette. Durante la sessione, che fosse cartacea o digitale, gli studenti leggevano un testo di circa 1400 parole, che comprendeva anche diverse immagini, su uno tra i due argomenti. I due testi, essendo stati scelti perché gli studenti non avevano ancora affrontato questi argomenti con i loro docenti, garantivano che il test di comprensione non fosse influenzato dalle preconcette dello studente ma che si basasse esclusivamente sulla lettura del testo durante l'esperimento. Ogni sessione è strutturata in modo che lo studente legga il testo e poi risponda alle domande sullo stesso mezzo, ovvero o attraverso la carta o attraverso i computer forniti dall'istituto; nonostante la prima sessione sia stata svolta dagli studenti tramite i loro tablet, poiché tutte le classi del Liceo sono classi chiamate 2.0, ovvero che prevedono l'utilizzo dei tablet per fini didattici.

Dopo la prima fase veniva chiesto ai partecipanti di consegnare i fogli o chiudere la schermata del documento sul computer attraverso cui era avvenuta la lettura, poiché era necessario che non avessero possibilità di riconsultare il testo durante la somministrazione del compito di comprensione. Queste domande prevedevano sia quelle a scelta multipla, per valutare la comprensione letterale, sia quelle a risposta aperta, per misurare la comprensione inferenziale e la rielaborazione delle informazioni. Nello specifico, in questo elaborato, verranno considerate solo quelle a scelta multipla, ovvero ci si focalizzerà solo sulla comprensione letterale. Prima del compito di comprensione del testo, veniva chiesto agli studenti di indicare su una scala Likert il carico cognitivo percepito durante la lettura. Il completamento di questa scala consente di ottenere una stima soggettiva dello sforzo mentale impiegato per svolgere il compito. Viene chiesto ai ragazzi, infatti, di essere il più sinceri possibili, non solo durante la risposta a questa parte dell'esperimento ma anche durante i compiti della prima sessione. Infine, viene detto ai ragazzi che inerente alla scuola e che quindi non seguirà una valutazione dei loro docenti, poiché non solo questi ultimi non avranno accesso

alle loro risposte, ma, attraverso il loro codice personale, i partecipanti saranno completamente anonimi anche per coloro che analizzano i dati.

### 3.5 Gli strumenti

La scelta degli strumenti è un aspetto cruciale negli studi sperimentali poiché garantisce precisione e validità nei dati, specialmente in contesti educativi e psicologici in cui la capacità di comprendere e integrare informazioni assume un ruolo centrale nel processo di apprendimento.

La comprensione del testo, come già detto, viene misurata attraverso la combinazione di domande a scelta multipla e a risposta aperta. Nelle diverse prove le domande si basano su contenuti differenti, poiché i testi sono due, ma hanno pari difficoltà. La distinzione tra il formato di risposta a scelta multipla e quella a risposta aperta permette di indagare i due diversi tipi di comprensione del testo. Le domande a scelta multipla richiedono agli studenti di individuare le informazioni specifiche nel testo, quindi riguardano la comprensione letterale, mentre le domande aperte richiedono una riflessione profonda e una rielaborazione delle informazioni apprese, quindi riguardano la comprensione inferenziale. La prova di comprensione del testo è strutturata in modo tale che ogni studente riesca sia a leggere il testo sia a rispondere alle domande in un'ora.

Il carico cognitivo percepito viene, invece, valutato con lo strumento *Cognitive Load Scale*, ideato da Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Basato su una scala Likert, questo strumento si focalizza su tre tipi distinti di carico cognitivo: l'*Intrinsic Load* o carico intrinseco (ICL) che riguarda la complessità intrinseca del contenuto da prendere che dipende dal grado di interconnessione tra le informazioni; l'*Extraneous Load* o carico estraneo (ECL) che si riferisce agli elementi che richiedono risorse cognitive senza però essere necessari per l'apprendimento; il *Germane Load* o carico rilevante (GCL) che contribuisce direttamente all'apprendimento e alla costruzione di schemi cognitivi. Nell'attuale studio vengono inseriti solo i due item associati all'*Intrinsic Load* e i tre relativi all'*Extraneous Load* (Tabella 1), chiedendo agli studenti di indicare quanto hanno percepito come impegnativo il compito di lettura, su una scala da 1, che indica che il compito era molto facile, a 5, che invece rappresenta un elevato grado di difficoltà percepito (Tabella 2).

Tabella 1. Domande sul carico cognitivo percepito (Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T., 2017)

1	ICL	Questo video era molto complesso
2	ICL	Mentre guardavo questo video ho dovuto tenere a mente molte cose allo stesso tempo
3	ECL	La presentazione di questo video non aiutava a capire bene
4	ECL	Mentre guardavo il video è stato molto faticoso trovare le informazioni importanti
5	ECL	Mentre guardavo il video è stato difficile individuare e collegare le informazioni più importanti

Tabella 2. Opzioni di risposta su una scala Likert (Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T., 2017)

Per niente d'accordo	Poco d'accordo	Abbastanza d'accordo	Molto d'accordo	Moltissimo d'accordo
1	2	3	4	5

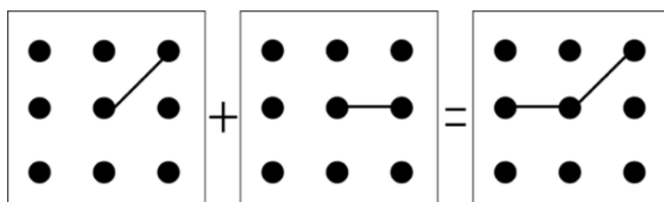
La memoria di lavoro verbale viene valutata tramite il Reading Span Test (Daneman & Carpenter, 1980), ovvero uno dei test più utilizzati per misurare questo tipo di memoria e la sua correlazione con la comprensione del testo. Il test ha il compito di misurare la capacità di mantenere e manipolare le informazioni verbali a breve termine, che è fondamentale per la comprensione del testo. A differenza dei test per la memoria breve termine, il Reading Span Test permette di capire come la memoria di lavoro sostenga i processi cognitivi complessi. Viene chiesto agli studenti di leggere una serie di frasi cercando di ricordare l'ultima parola di ciascuna. Questo processo si ripete per diverse frasi che vengono presentate in serie: si parte da due frasi per serie, per poi passare a tre e a quattro fino ad arrivare a cinque. Il partecipante deve ricordare tutte le parole delle frasi presentate alla fine di ogni serie richiamandole alla memoria nell'ordine corretto. La capacità di memoria di lavoro verbale del partecipante è indicata dalla quantità di parole che è in grado di ricordare. Un vantaggio di questo test è che misura due

componenti della memoria simultaneamente, non solo la capacità di memorizzazione ma anche la capacità di elaborazione; offre, quindi, una visione completa delle abilità cognitive verbali del partecipante. Un limite, invece, è il fatto che non possa essere utilizzato con bambini o con persone con difficoltà linguistiche, questo perché richiede una certa padronanza della lingua da parte del partecipante. Inoltre, fattori esterni come la velocità di lettura e l'abilità generale di comprensione del linguaggio, possono influenzare i risultati del test (Daneman & Carpenter, 1980).

Per analizzare la memoria di lavoro spaziale, invece, viene utilizzato lo strumento del Dot Matrix Task, un test che è tratto dalla “Batteria per la valutazione della memoria di lavoro visuo-spaziale (8-12 anni)” (Mammarella et al., 2008). Questo compito richiede la memorizzazione di alcuni punti su una griglia, solitamente  $4 \times 4$ , alternata ad alcune “operazioni” che il partecipante dovrà determinare se siano vere o false. La difficoltà del compito aumenta con l'incremento del numero di punti da memorizzare: partendo da due punti, a ogni livello aumentano le posizioni da ricordare. Un vantaggio di questo test è il fatto che permette di essere facilmente comprensibile a partecipanti anche molto piccoli e consente di mantenere la concentrazione e l'attenzione poiché è un compito di breve durata, che però può essere influenzato da fattori esterni come la capacità di attenzione del bambino e il livello di sviluppo visuo-spaziale individuale. Il Dot Matrix Task rappresenta un valido strumento per la ricerca cognitiva e educativa, con implicazioni significative nell'area dello sviluppo cognitivo e dell'apprendimento (Mammarella et al., 2008).

In questo specifico caso, la prova è divisa in due compiti. Per il primo compito sono stati presentati al partecipante una serie di tre griglie in cui sono presenti dei segmenti in varie posizioni e ha dovuto determinare se il risultato era visivamente corretto, cliccando su VERO o FALSO (*Figura 1*).

*Figura 1.* Primo compito del Dot Matrix Task (Mammarella et al., 2008)

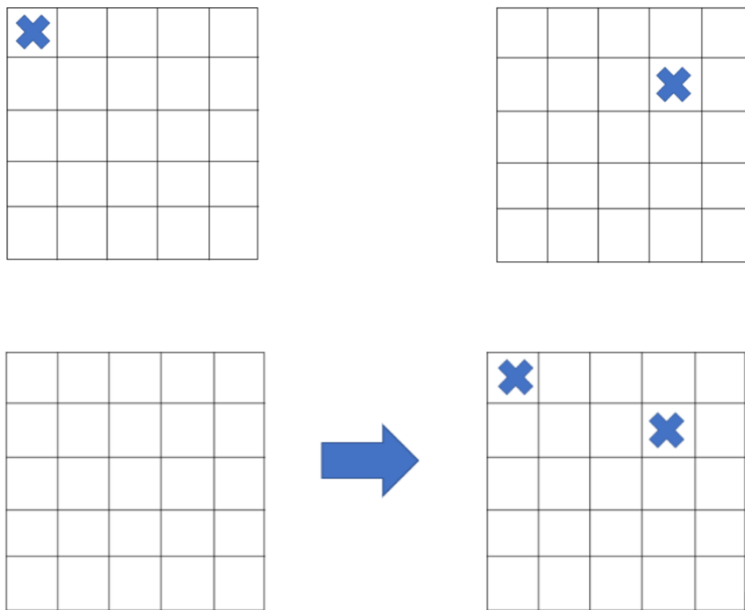


VERO

FALSO

Successivamente, tra un'operazione e l'altra, viene mostrata al partecipante una griglia  $5 \times 5$  con delle caselle vuote in cui comparirà una X. Al partecipante viene chiesto di memorizzare la posizione esatta della X. Le posizioni da ricordare sono presentate in serie che vanno da 2 a 5; alla fine di ogni serie il compito del partecipante è quello di indicare, cliccando con il mouse sulla griglia vuota che verrà mostrata, la posizione di tutte le X che ha visto (*Figura 2*).

*Figura 2.* Secondo compito del Dot Matrix Task (Mammarella et al., 2008)



I risultati del Dot Matrix Task si basano sulla quantità di posizioni corrette che il partecipante riesce a ricordare e a riprodurre. I tentativi vengono valutati in base alla precisione della risposta, ovvero se le posizioni indicate nella griglia corrispondono a quelle che il partecipante ha visto inizialmente. Il punteggio, quindi, riflette la capacità di memoria visuo-spaziale del partecipante.

## **CAPITOLO 4**

### **ANALISI DEI DATI**

In questo capitolo verranno presentate le analisi dei dati raccolti per valutare l'effetto del mezzo di lettura sulle due variabili dipendenti: il carico cognitivo e la comprensione del testo. Lo scopo di questa analisi è quello di indagare come il mezzo di lettura influenzi il carico cognitivo e la comprensione del testo, esaminando anche la relazione tra queste variabili e la memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale.

Il campione originale comprendeva 82 partecipanti; tuttavia, a causa dell'incompletezza dei dati, non sono stati considerati alcuni partecipanti, arrivando a un campione di 72 persone. Il campione è stato ridotto poiché, a causa delle differenti sessioni a distanza di una settimana l'una dall'altra, è capitato che alcuni partecipanti fossero assenti in una di queste giornate; non sempre, quindi, erano presenti i dati di tutte e tre le sessioni per ogni soggetto. Il nuovo campione di 72 persone comprendeva solo i partecipanti che avevano completato tutte e tre le sessioni, garantendo una maggiore coerenza e affidabilità dei risultati.

#### **4.1 Statistiche descrittive**

Dopo aver ridotto il campione, la prima analisi svolta è stata quella delle statistiche descrittive delle principali variabili, che rappresentano un primo passo cruciale nell'analisi dei dati raccolti poiché forniscono una panoramica generale del campione dello studio permettendo di esaminare i valori minimi, massimi, la media e la deviazione standard di ciascuna variabile. Forniscono inoltre una base per interpretare i risultati delle analisi successive. Le variabili analizzate comprendono: il carico cognitivo percepito nelle due modalità di lettura (PAPER\_CognLoad; DIGITAL\_CognLoad), la comprensione del testo nelle due modalità di lettura (PAPER\_ComprTOT; DIGITAL\_ComprTOT), la memoria di lavoro verbale (Verb\_WorkMem) e la memoria di lavoro visuo-spaziale (Spatial\_WorkMem).

Tabella 3. Statistiche descrittive

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Deviation
Verb_WorkMem	74	13	41	33,45	5,407
Spatial_WorkMem	78	3	43	30,47	8,556
PAPER_CognLoad	82	7	19	12,76	2,396
DIGITAL_CognLoad	79	6	23	13,06	3,603
PAPER_ComprTOT	82	4	23	12,72	4,110
DIGITAL_ComprTOT	79	5	22	11,65	3,673
Valid N (listwise)	72				

La tabella 3 offre una prima descrizione delle variabili, suggerendo che il carico cognitivo è lievemente maggiore per la lettura digitale rispetto alla lettura cartacea e che la comprensione del testo inferiore nella lettura in digitale, proponendo una possibile differenza tra le diverse modalità di lettura. Effettuare questo tipo di analisi è fondamentale per diverse ragioni; permette, in primo luogo, di comprendere la composizione del campione. Prima di passare alle analisi più specifiche e complesse, è fondamentale, infatti, conoscere la distribuzione delle variabili del campione.

## 4.2 Confronto tra lettura cartacea e digitale

Successivamente alle statistiche descrittive, sono state condotte delle analisi tra le variabili dipendenti in relazione ai due mezzi di lettura. Sono stati svolti dei t-test per campioni appaiati, che costituiscono una tecnica usata per confrontare le medie di due condizioni all'interno dello stesso gruppo di partecipanti. Questa tecnica viene usata principalmente negli studi in cui i partecipanti sono misurati più volte in condizioni differenti. Il test aiuta a determinare se le differenze tra le condizioni sono statisticamente significative, ovvero se la variazione che viene osservata nelle medie è abbastanza grande da non poter essere attribuita al caso. Dato che i dati sono raccolti dallo stesso gruppo in due momenti distinti o in due condizioni diverse, il t-test per campioni appaiati può offrire un'analisi più precisa rispetto a un test per campioni indipendenti; permette, inoltre, di ridurre la variabilità attribuibile a differenze individuali e di focalizzarsi solo sulla variabilità dovuta al trattamento o condizione sperimentale. Il t-test per campioni appaiati richiede il calcolo della differenza tra i punteggi di ciascun partecipante nelle due differenti condizioni. L'applicazione di questo test, in contesti di misurazioni ripetute, rende possibile un'analisi più accurata degli effetti di una specifica condizione, aumentando la potenza statistica dello studio. Nonostante alcune limitazioni, ad

esempio il fatto che presuppone che le differenze siano distribuite normalmente, un requisito che, se non rispettato, può influire sulla precisione e sull'accuratezza dei risultati, rimane una tecnica fondamentale nella ricerca sperimentale.

In questo specifico studio, il test per il carico cognitivo (*Tabella 4*; Pair 1: PAPER\_CognLoad - DIGITAL\_CognLoad) non ha rilevato differenze statisticamente significative tra lettura su carta e lettura sul digitale; questo viene messo in evidenza dai valori  $t$  e  $p$ . Il valore  $t$  rappresenta il risultato principale del t-test, risultato che descrive la differenza tra le medie delle due condizioni di lettura per ognuna delle variabili. Un valore molto vicino allo zero indica che non ci sono differenze rilevanti tra le due condizioni, come in questo caso dove il valore  $t$  è pari a -0,827. Il valore  $p$  invece rappresenta la significatività statistica del test, ovvero la probabilità che la differenza osservata tra le condizioni sia dovuta al caso. Un valore  $p$  inferiore a 0,05 è solitamente considerato come statisticamente significativo, il che implica che la differenza osservata è meno probabilmente dovuta al caso e più probabilmente rappresentata da una differenza reale tra le condizioni di lettura. In questo caso, il valore  $p$  per la variabile del carico cognitivo non è significativo poiché è pari a 0,411; il valore suggerisce, quindi, che non ci sono differenze statisticamente rilevanti nella percezione del carico cognitivo tra i due tipi di lettura. Il punteggio Cohen's  $d$ , un parametro molto utile per interpretare il significato di differenze statisticamente significative e per confrontare gli effetti in studi differenti, che viene calcolato dividendo la differenza tra le due medie per la deviazione standard dei dati (Cohen, 1988), è risultato -0,098 (*Tabella 5*), indicando un effetto molto piccolo. Le linee guida per interpretare la grandezza dell'effetto indicano che se  $d = 0,2$  allora si tratta di un *effetto piccolo*, ovvero una differenza minima tra le medie; se  $d = 0,5$  si tratta di un *effetto medio*; se  $d = 0,8$  allora si tratta di un *effetto grande*, che indica che la differenza tra le medie è molto rilevante (Cohen, 1988). Questi risultati suggeriscono come il mezzo di lettura non abbia un impatto significativo sul carico cognitivo percepito dai partecipanti.

Per quanto riguarda invece il test per la comprensione del testo, (*Tabella 4*; Pair 2: PAPER\_ComprTOT - DIGITAL\_ComprTOT) i risultati hanno mostrato una differenza significativa, seppur non elevata con un effetto moderato ( $t = 2,75$ ,  $p = 0,007$ ,  $d = 0,325$ ) tra la lettura sulla carta e la lettura su dispositivi digitali. Questo suggerisce che uno dei due mezzi di lettura ha prodotto un livello di comprensione superiore rispetto all'altro e in questo caso si tratta del mezzo cartaceo.

Tabella 4. Risultati del t-test analisi test per campioni appaiati per la percezione del carico cognitivo e la comprensione del testo

		Paired Samples Test								Significance	
		Paired Differences				95% Confidence Interval of the Difference		t	df	One-Sided p	Two-Sided p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper					
Pair 1	PAPER_CognLoad - DIGITAL_CognLoad	-0,347	3,561	0,420	-1,184	0,490	-0,827	71	0,205	0,411	
Pair 2	PAPER_ComprTOT - DIGITAL_ComprTOT	1,292	3,980	0,469	0,356	2,227	2,754	71	0,004	0,007	

Tabella 5. Risultati del t-test analisi per campioni appaiati per il Cohens's d

		Paired Samples Effect Sizes				
		Standardizer <sup>a</sup>	Point Estimate	95% Confidence Interval		
				Lower	Upper	
Pair 1	PAPER_CognLoad - DIGITAL_CognLoad	Cohen's d	3,561	-0,098	0,134	
		Hedges'	3,599	-0,096	0,133	
Pair 2	PAPER_ComprTOT - DIGITAL_ComprTOT	Cohen's d	3,980	0,325	0,560	
		Hedges'	4,023	0,321	0,555	

### 4.3 Correlazioni tra memoria di lavoro e variabili dipendenti

Dopo aver confrontato l'influenza del mezzo di lettura sul carico cognitivo e la comprensione del testo, sono state esplorate le correlazioni tra la memoria di lavoro, sia verbale che visuo-spaziale, e le variabili dipendenti, per verificare eventuali relazioni.

La correlazione tra memoria di lavoro verbale e carico cognitivo (Tabella 6) è risultata significativa, per quanto riguarda il digitale, poiché presenta un coefficiente di Pearson di 0,226. Noto anche come  $r$  di Pearson, è una misura statistica che permette di quantificare la direzione e la forza della relazione lineare tra due variabili continue. Il valore di questo coefficiente può variare tra -1 e +1, dove i valori positivi indicano che entrambe le variabili aumentano o diminuiscono insieme e si parla quindi di una *relazione diretta*; i valori negativi invece suggeriscono che una variabile aumenta mentre l'altra diminuisce, si parla quindi di *relazione inversa*. Se la  $r$  assumesse un valore pari a 0, ciò indicherebbe l'assenza di una relazione lineare tra le variabili. L'interpretazione dei valori del coefficiente di Pearson segue generalmente tre diversi intervalli: da 0,10 a 0,29 si parla di correlazione debole, da 0,30 a 0,49 si parla di correlazione moderata e da 0,50 a 1 si parla di correlazione forte (Cohen, 1988). Se poi questo valore  $r$  viene associato a un valore  $p < 0,05$  allora si considera che la correlazione tra le variabili è statisticamente significativa, cioè improbabile che si sia riscontrata per puro caso. In questo

caso specifico il valore  $p$  risulta essere appena oltre il valore convenzionale ( $p = 0,056$ ) ma comunque è indicativo di una tendenza. Questo suggerisce che una maggiore memoria di lavoro verbale potrebbe essere associata a un minore carico cognitivo durante la lettura digitale.

Per quanto riguarda la correlazione tra la memoria di lavoro visuo-spaziale e il carico cognitivo, emergono una lieve relazione negativa tra la memoria e il carico cognitivo su carta, anche se non statisticamente significativa ma con  $p$  vicino alla soglia di significatività, e una correlazione negativa significativa tra la memoria e il carico cognitivo digitale. Il coefficiente di Pearson risulta pari a  $-0,341$  con  $p < 0,01$ , indicando che maggiore è la memoria di lavoro visuo-spaziale, inferiore è il carico cognitivo percepito durante la lettura digitale, e viceversa.

*Tabella 6.* Correlazioni tra memoria di lavoro (verbale e visuo-spaziale) e carico cognitivo (cartaceo e digitale)

Correlations <sup>b</sup>					
		Verb_WorkMem	Spatial_WorkMem	PAPER_CognLoad	DIGITAL_CognLoad
Verb_WorkMem	Pearson Correlation	--			
Spatial_WorkMem	Pearson Correlation	0,127	--		
	Sig. (2-tailed)	0,286			
PAPER_CognLoad	Pearson Correlation	0,091	<b>-0,223</b>	--	
	Sig. (2-tailed)	0,448	0,060		
DIGITAL_CognLoad	Pearson Correlation	<b>0,226</b>	<b>-,341**</b>	,332**	--
	Sig. (2-tailed)	0,056	0,003	0,004	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

b. Listwise N=72

La memoria di lavoro verbale mostra una correlazione positiva anche con la comprensione del testo durante la lettura cartacea (*Tabella 7*). Il coefficiente di Pearson è uguale a  $0,229$  con  $p = 0,053$ , vicino, quindi, alla soglia di significatività. Questo può suggerire come individui che presentano una memoria verbale più sviluppata tendano ad ottenere i risultati migliori nella comprensione su carta.

Per quanto riguarda invece la memoria di lavoro visuo-spaziale, l'analisi mette in evidenza una correlazione significativa con la comprensione su carta. Il valore del coefficiente di Pearson è  $r = 0,358$  con  $p < 0,01$ , rendendo quindi i dati statisticamente significativi. Ciò dimostra che la memoria di lavoro visuo-spaziale è moderatamente associata alla comprensione del testo letto con il mezzo cartaceo.

Tabella 7. Correlazioni tra memoria di lavoro (verbale e visuo-spaziale) e comprensione del testo (cartaceo e digitale)

		<b>Correlations<sup>b</sup></b>			
		Verb_WorkMem	Spatial_WorkMem	PAPER_CompTOT	DIGITAL_CompTOT
Verb_WorkMem	Pearson Correlation	--			
Spatial_WorkMem	Pearson Correlation	0,127	--		
	Sig. (2-tailed)	0,286			
PAPER_CompTOT	Pearson Correlation	<b>0,229</b>	<b>,358**</b>	--	
	Sig. (2-tailed)	0,053	0,002		
DIGITAL_CompTOT	Pearson Correlation	<b>0,215</b>	0,176	,517**	--
	Sig. (2-tailed)	0,070	0,138	0,000	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

b. Listwise N=72

I dati sulle correlazioni suggeriscono quindi che sia la memoria di lavoro verbale sia quella visuospatiale sono associate, sia pur in misura diversa, alla percezione del carico cognitivo e alla comprensione del testo.

#### 4.4 ANCOVA a misure ripetute per i due tipi di memoria

Considerando la memoria di lavoro come covariata, sono state condotte delle analisi della covarianza (ANCOVA a misure ripetute), per approfondire l'effetto del mezzo di lettura sul carico cognitivo e sulla comprensione del testo. L'ANCOVA è una procedura statistica utilizzata per controllare l'influenza di uno o più variabili continue, ovvero le *covariate*, mentre si esamina l'effetto di una o più variabili indipendenti su una variabile dipendente. Nell'ambito psicologico, questo tipo di analisi statistica viene utilizzata per isolare l'effetto di variabili confondenti e migliorare la precisione dei risultati, aumentando la validità interna dello studio (Field, 2018). L'ANCOVA è ampiamente utilizzata negli esperimenti per gestire variabili che, se non controllate, potrebbero confondere i risultati ed è particolarmente utile quando esistono fattori che potrebbero mascherare l'effetto della manipolazione sperimentale. L'analisi della covarianza si basa su alcune assunzioni specifiche che devono essere rispettate se si vuole che i risultati siano interpretabili nel modo corretto: si parla di *linearità* quando si assume che ci sia una relazione lineare tra la covariata e la variabile dipendente; l'*omogeneità delle pendenze* indica che l'effetto della covariata deve essere lo stesso in tutti i gruppi sperimentali, la pendenza della regressione deve essere quindi uniforme; l'*indipendenza* indica, invece, il fatto che le covariate debbano essere indipendenti dalla variabile indipendente, ovvero che non

devono influenzarsi in modo reciproco. L'analisi della covarianza è, quindi, una tecnica fondamentale nella ricerca psicologica perché permette di controllare determinate variabili che potrebbero confondere i risultati all'interno degli studi sperimentali.

Per questo studio sono state svolte quattro analisi ANCOVA a misure ripetute.

- La prima di esse indagava il contributo della memoria di lavoro verbale sul carico cognitivo percepito su entrambi i mezzi di lettura; non emergono effetti significativi né per quanto riguarda il mezzo di lettura,  $F(1, 70) = 1,501, p = 0,225, \eta^2 p = 0,021$ , né per quanto riguarda la memoria di lavoro verbale,  $F(1, 70) = 3,160, p = 0,080, \eta^2 p = 0,043$ , né per l'interazione tra il mezzo di lettura e la memoria di lavoro verbale,  $F(1, 70) = 1,891, p = 0,173, \eta^2 p = 0,026$ . Questi risultati non fanno emergere una differenza significativa della percezione del carico cognitivo in base al mezzo di lettura, risultato che emerge anche dai risultati dei t-test, e non indicano un contributo della memoria di lavoro verbale nella percezione del carico cognitivo.
- La seconda ANCOVA indagava il contributo della memoria di lavoro visuo-spaziale sul carico cognitivo percepito su entrambi i mezzi di lettura. Non emergono risultati statisticamente significativi per quanto riguarda il mezzo di lettura, né da solo  $F(1, 70) = 3,058, p = 0,085, \eta^2 p = 0,042$ , né nell'interazione con la memoria di lavoro visuo-spaziale,  $F(1, 70) = 2,492, p = 0,119, \eta^2 p = 0,034$ . Emerge, invece, una relazione significativa tra il carico cognitivo e la memoria di lavoro visuo-spaziale,  $F(1, 70) = 10,156, p = 0,002, \eta^2 p = 0,127$ .
- La terza ANCOVA è stata svolta per indagare gli effetti della memoria di lavoro verbale sulla comprensione del testo per entrambi i mezzi di lettura. Non emergono risultati significativi per quanto riguarda il mezzo di lettura, né da solo,  $F(1, 70) = 0,009, p = 0,924, \eta^2 p = 0,000$ , né nell'interazione con la memoria di lavoro verbale  $F(1, 70) = 0,118, p = 0,732, \eta^2 p = 0,002$ . Emerge, invece, una relazione tra la comprensione del testo e la memoria di lavoro verbale,  $F(1, 70) = 4,857, p = 0,031, \eta^2 p = 0,065$ . Gli studenti che possedevano una maggiore capacità di memoria di lavoro verbale svolgevano meglio le prove di comprensione.
- È stata svolta, infine, un'ANCOVA per indagare l'effetto della memoria di lavoro visuo-spaziale sulla comprensione del testo. Anche qui, come nelle precedenti analisi, non emergono risultati statisticamente significativi per il mezzo di lettura da solo,  $F(1, 70) = 1,013, p = 0,318, \eta^2 p = 0,014$ , e nella sua interazione con la memoria di lavoro

visuo-spaziale,  $F(1, 70) = 3,445$ ,  $p = 0,068$ ,  $\eta^2p = 0,047$ . Emerge, invece, un'associazione significativa tra la comprensione del testo e la memoria di lavoro visuo-spaziale,  $F(1, 70) = 7,607$ ,  $p = 0,007$ ,  $\eta^2p = 0,098$ . Gli studenti che possedevano una maggiore memoria di lavoro visuo-spaziale comprendevano meglio il testo letto.

# **CAPITOLO 5**

## **CONCLUSIONI**

### **5.1 Discussione dei risultati**

L'obiettivo di questo studio era quello di valutare come il mezzo di lettura, cartaceo o digitale, influenzasse alcune variabili come il carico cognitivo e la comprensione del testo, ponendo anche l'attenzione sulla memoria di lavoro verbale e visuo-spaziale.

Nel confronto tra la lettura digitale e cartacea, i risultati mettono in evidenza come non ci siano differenze significative nella percezione del carico cognitivo tra questi due mezzi di lettura. Questi risultati non rispecchiano, quindi, la letteratura precedentemente esaminata, che suggerisce come la lettura digitale richieda una gestione cognitiva più complessa a causa della frammentazione del testo. La complessità e la struttura dei testi in formato digitale, infatti, richiedono un'elaborazione cognitiva maggiore rispetto ai testi cartacei; questo suggerisce che la lettura attraverso computer o tablet richieda maggiori capacità cognitive, nonostante offra vantaggi in termini di accessibilità (Mangen et al., 2013). Dalle nostre analisi emerge poi una relazione significativa tra il carico cognitivo e la memoria di lavoro visuo-spaziale, indipendentemente dal mezzo di lettura.

Per quanto riguarda invece la comprensione del testo, emerge una significativa differenza, seppur non elevata, tra la comprensione su carta e quella sul. I risultati di questo studio suggerirebbero, pertanto, che la variabile della comprensione del testo potrebbe essere maggiormente sensibile al formato di lettura, a differenza del carico cognitivo che non sembra essere percepito in maniera significativamente differente per i due mezzi. Le analisi ANCOVA, che prendono in considerazione anche la memoria di lavoro, non mettono però in luce alcuna differenza tra i due mezzi di lettura; anche questo è un risultato in disaccordo con la letteratura che indicava come la comprensione del testo fosse chiaramente agevolata dalla carta. I risultati mettono anche in evidenza un contributo significativo della memoria di lavoro, sia verbale sia visuo-spaziale, sulla comprensione del testo, indipendentemente dal mezzo di lettura utilizzato.

### **5.3 Limiti dello studio e suggerimenti per gli studi futuri**

Uno dei limiti principali di questo studio è sicuramente la dimensione del campione. Sebbene accettabile per ottenere indicazioni statistiche, questa dimensione potrebbe non essere sufficiente per rilevare effetti di piccola entità, per questo sarebbe utile ampliare il campione

per studi futuri, rendendo il campione anche più eterogeneo per quanto riguarda il genere dei partecipanti. In questo studio, infatti, la maggioranza dei partecipanti si identificano nel genere femminile; questo non è un dato rilevante per determinare la validità dello studio. Sarebbe interessante raccogliere più dati di soggetti maschili e andare a capire se i risultati generali dello studio cambino o meno. La dimensione ridotta del campione è dovuta anche al metodo di somministrazione che prevedeva almeno una settimana di tempo tra una sessione e l'altra. Questo, per quanto necessario per lo studio, non ha permesso di avere dei dati completi poiché non tutti i partecipanti erano presenti nelle tre differenti sessioni e non tutti i docenti permettevano agli assenti di recuperare la sessione in un altro momento. L'inclusione di un campione più ampio e diversificato potrebbe permettere una rappresentazione più accurata del modo in cui le varie variabili si influenzano e offrire risultati più solidi e generalizzabili.

Un altro limite potrebbe essere considerato il fatto che sono stati presi in considerazione solo due supporti, fogli di carta e computer, in condizioni relativamente controllate; questo potrebbe non rispecchiare le condizioni di lettura reali. Il mezzo digitale utilizzato dai ragazzi, un computer fisso fornito dall'istituto, potrebbe non rappresentare in modo sufficientemente esaustivo tutta la gamma di esperienze offerte dai dispositivi digitali moderni. I risultati, quindi, potrebbero cambiare anche in base al dispositivo digitale che viene utilizzato, ad esempio i risultati potrebbero essere differenti se i ragazzi avessero utilizzato un tablet, un cellulare o un e-reader al posto del computer. Il fatto di utilizzare un computer permette di mettere i partecipanti tutti nella stessa condizione sperimentale, elemento fondamentale per poter svolgere uno studio attendibile. Può però anche trasformarsi in un limite nel momento in cui i risultati di tale studio vengano generalizzati e associati anche ad altri dispositivi digitali. Dato che i dispositivi digitali sono in continua evoluzione, studi futuri potrebbero andare a testare anche le differenze tra un mezzo digitale e un altro, confrontando, magari, i risultati di un esperimento basato sull'uso del computer e quelli di un esperimento basato sull'uso del tablet. Inoltre, il fatto di svolgere lo studio in una situazione controllata potrebbe portare a non catturare distrazioni o altre variabili ambientali tipiche di una lettura "naturale". Sarebbe quindi utile esaminare come le differenze tra i supporti di lettura si manifestano in diversi contesti di lettura reali, con condizioni e distrazioni simili a quelli della vita quotidiana. Infine, si potrebbe pianificare degli studi longitudinali, con l'obiettivo di approfondire l'impatto dell'uso dei diversi supporti a lungo termine. Questo tipo di studio potrebbe andare a indagare se l'uso

prolungato di dispositivi digitali o cartacei modifichi le capacità cognitive o le capacità di apprendimento nel tempo.

## **5.4 Conclusioni finali**

Lo studio aveva l'obiettivo di approfondire le differenze del mezzo di lettura su due variabili dipendenti: carico cognitivo e comprensione del testo. Nonostante i risultati non siano in linea con la letteratura precedentemente analizzata e l'ipotesi di ricerca non venga confermata, gli obiettivi dello studio sono stati soddisfatti e sono emerse nuove posizioni che sarebbe utile indagare in modo più approfondito. La comprensione di questi risultati, quindi, offre dei suggerimenti per future ricerche e per migliorare l'ambito dell'istruzione, andando a ottimizzare l'efficacia dei materiali didattici in una realtà sempre più orientata verso il digitale e la tecnologia.

## BIBLIOGRAFIA

- Baddeley, (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press. Cit in Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2007). Working memory: Past, present... and future? *The Neuroscience of Human Memory*, 45, 851–864.
- Baddeley, (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.
- Cohen, (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. Cit in Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational Research Review*, 25, 23–38.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). "Individual differences in working memory and reading". *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- Delgado, P. (2021). The inattentive on-screen reading: Reading medium affects attention and reading comprehension under time pressure. *Reading Psychology*, 42(4), 338-355.
- Delgado, P., & Salmerón, L. (2022). Cognitive Effort in Text Processing and Reading Comprehension in print and on tablet: An eye-tracking study. *Computers & Education*, 176, 104-306.
- Delgado, P., Vargas, C., Ackerman, R., & Salmerón, L. (2018). Don't throw away your printed books: A meta-analysis on the effects of reading media on reading comprehension. *Educational Research Review*, 25, 23–38.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Finucane, M. L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S. M. (2000). The affect heuristic in judgments of risks and benefits. *Journal of Behavioral Decision Making*, 13(1), 1–17.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L. B. (2018). *Research Methods for the Behavioral Sciences* (6th ed.). Cengage Learning.
- Kintsch, W., & Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363–394.
- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 8, 1997.
- Kong, Y., Seo, Y. S., & Zhai, L. (2018). Comparison of reading performance on screen and on

- paper: A meta-analysis. *Computers & Education*, 123, 138-149.
- Latini, N. (2020). Does reading medium affect processing and integration of textual and pictorial information? A multimedia eye-tracking study. *Learning and Instruction*, 68, 101333
- Mammarella, I. C., Toso, C., Stefani, F. N., Giofrè, D., & Toso, C. (2008). Batteria per la valutazione della memoria di lavoro visuospatiale (8-12 anni).
- Mangen, A. (2020). Textual reading in digitised classrooms: Reflections on reading beyond the internet. In *Digital Reading and Learning in the Classroom* (pp. 93-109). Springer
- Mangen, A., Walgermo, B. R., & Brønnick, K. (2013). Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International Journal of Educational Research*, 58, 61–68.
- Rayner, K. (1998). *Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.
- Ronconi, L., Sgaramella, T. M., & Zorzi, M. (2023). Effects of reading medium on the processing, comprehension, and calibration of adolescent readers. *Frontiers in Psychology*, 14, 1010663.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*.