



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione

Corso di laurea in Scienze Psicologiche dello Sviluppo, della
Personalità e delle Relazioni Interpersonali

Tesi di laurea

Conoscenza *survey* dopo la navigazione di una
città virtuale in un ambiente *cave*: differenze di
genere e ruolo della memoria di lavoro

Survey knowledge after navigating in a virtual city in a cave environment:
gender differences and role of working memory

Relatrice:
Prof.ssa Veronica Muffato

Laureanda: Anna Da Dalt
Matricola: 1220721

Anno accademico: 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE.....	5
CAPITOLO 1. La Navigazione Spaziale.....	7
1.1 Navigazione spaziale e apprendimento attivo e passivo di un ambiente.....	7
1.2 Tipologie di conoscenze spaziali: conoscenza <i>survey</i>	9
1.3 Ruolo della memoria di lavoro nell'apprendimento spaziale.....	10
1.4 Differenze di genere nella memoria di lavoro e nelle abilità visuospatiali.....	12
1.5 Razionale dello studio.....	14
CAPITOLO 2: Lo studio.....	16
2.1 Obiettivi.....	16
2.1.1. Ipotesi.....	16
2.2 Metodo.....	17
2.2.1 Partecipanti.....	17
2.2.2 Materiali.....	18
2.2.2.1 Test di memoria di lavoro visuospatialiale simultanea e sequenziale.....	18
2.2.2.2 Apprendimento e ricordo di ambiente virtuale.....	21
2.2.3 Procedura.....	23
2.3 Risultati.....	25
2.3.1 Differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatialiale.....	25
2.3.2 Differenze di genere nella conoscenza <i>survey</i> di un ambiente.....	26
2.3.3 Relazione tra memoria di lavoro visuospatialiale, tipo di richiesta e conoscenza <i>survey</i>	26
CAPITOLO 3: Discussione.....	28
3.1 Differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatialiale.....	28
3.2 Differenze di genere nella conoscenza <i>survey</i> di un ambiente.....	29
3.3 Relazione tra memoria di lavoro visuospatialiale, tipo di richiesta e conoscenza <i>survey</i>	29

3.4 Limiti e prospettive future.....	30
CAPITOLO 4: Conclusioni	32
Bibliografia	34

INTRODUZIONE

L'abilità di apprendere un ambiente è fondamentale per gli esseri umani. La capacità di orientarsi in un ambiente conosciuto dipende dalle rappresentazioni mentali dell'ambiente mantenute in memoria. La conoscenza degli ambienti può essere suddivisa in varie componenti, la più complessa delle quali è la conoscenza *survey* o allocentrica. La capacità di formare delle rappresentazioni mentali degli ambienti è soggetta a numerose differenze individuali: in particolare, la conoscenza *survey* sembra essere correlata alla memoria di lavoro visuospaziale. Non è però chiaro se ciò possa dipendere dal modo in cui la conoscenza *survey* viene testata. Il genere è un altro fattore che può essere causa delle differenze individuali in questo ambito. La seguente ricerca si pone come obiettivo l'analisi delle differenze di genere nella memoria di lavoro e nella conoscenza *survey* e il ruolo della memoria di lavoro e della tipologia di *recall* richiesto nel compito di disegno di mappa nella formazione e nel recupero della conoscenza *survey*.

Nel primo capitolo si presenta un'introduzione generale alla navigazione spaziale, delineando le differenze fra navigazione attiva e passiva e fra navigazione in un ambiente reale e in uno virtuale. Vengono descritte le diverse tipologie di conoscenza spaziale e alcuni compiti utilizzati per misurarle, viene poi trattato il tema dei fattori visuospatiali e, in particolare, della memoria di lavoro visuospatiali, distinta in simultanea e sequenziale. È infine trattato il tema delle differenze di genere nella memoria di lavoro e nella conoscenza allocentrica.

Nel secondo capitolo vengono illustrati gli obiettivi della ricerca e le ipotesi e viene descritto lo svolgimento dell'esperimento, eseguito con un campione di 74 partecipanti, di cui 54 donne e 20 uomini, di età compresa tra i 20 e i 35 anni. La memoria di lavoro visuospatiali dei partecipanti è stata valutata con i seguenti compiti cognitivi: Matrici simultanee (adattate da De Beni et al., 2008), Matrici simultanee attive (adattate da Mammarella et al., 2008), Percorso su matrici (adattato da Mammarella et al., 2008), Backward Corsi task (Corsi, 1972) e Puzzle immaginativo (adattato da De Beni et al., 2008). La conoscenza *survey* è stata valutata con un compito di disegno di mappa, svolto in modalità guidata e libera, in

seguito alla navigazione virtuale in un ambiente *cave* e a un compito di ripercorso. Infine, sono presentati i risultati dello studio.

Nel terzo capitolo si espongono la discussione dei risultati, i limiti e le prospettive future; nel quarto capitolo sono presentate le conclusioni.

CAPITOLO 1: La Navigazione Spaziale

2.2 Navigazione spaziale e apprendimento attivo e passivo di un ambiente

La navigazione spaziale è un processo complesso che permette di fare esperienza di un determinato ambiente in prima persona basandosi su informazioni sensomotorie sulla posizione del soggetto nello spazio, sulla sua distanza dagli elementi dell'ambiente e sul proprio movimento (Meneghetti et al., 2022). In questo processo si possono individuare due componenti: la prima, detta *locomotion*, si basa sulle informazioni sensoriali per guidare il movimento, che avviene senza che siamo consapevoli dei processi che lo rendono possibile; la seconda, detta *wayfinding*, implica un movimento pianificato in modo efficiente e diretto a un determinato punto all'interno di un ambiente. Il *wayfinding* si basa sulle rappresentazioni degli ambienti e sulla pianificazione e la presa di decisioni, che sono attività che mettiamo in atto consapevolmente allo scopo di raggiungere l'obiettivo (Montello, 2005). La navigazione spaziale si può basare su rappresentazioni esterne dell'ambiente, come mappe o diagrammi, e su rappresentazioni interne, ovvero mentali. Le rappresentazioni mentali, create a partire da molteplici informazioni sensoriali, vengono mantenute nella memoria a breve e lungo termine e sono utilizzate e manipolate per guidare il comportamento nella navigazione (Wolbers & Hegarty, 2010). Tolman (1948) fu il primo a riferirsi alle rappresentazioni mentali dell'ambiente con l'espressione "mappe cognitive", che venne utilizzata più volte negli studi successivi. Questa terminologia, però, secondo Siegel e White (1975) suggerisce un'interpretazione errata delle rappresentazioni mentali degli ambienti, che in verità non hanno le caratteristiche di una mappa: sono tipicamente frammentate e distorte, sono separate in varie sezioni che si connettono solo in alcuni punti e non sono necessariamente interamente visive. Le rappresentazioni mentali degli ambienti non sono dunque delle strutture caratterizzate da coordinate e sistema metrico accurati, bensì consistono in una conoscenza organizzata in schemi cognitivi che rappresentano l'ambiente come una rete di percorsi che connettono dei nodi in uno spazio non euclideo (Chrastil & Warren, 2015; Peer et al., 2023).

L'apprendimento di un ambiente può verificarsi tramite navigazione attiva, come quando si fa esperienza dell'orientamento in prima persona esplorando una città alla guida di un'automobile, oppure passiva, quando l'apprendimento dell'ambiente avviene in maniera indiretta, per esempio dal punto di vista di un passeggero nell'automobile. Nell'apprendimento attivo, al contrario di quello passivo, ci sono componenti aggiuntive alla visione: le informazioni propriocettive relative al movimento del corpo, i processi cognitivi di *decision making* sul percorso da seguire, la direzione dell'attenzione verso aspetti rilevanti dell'ambiente e la manipolazione cognitiva delle informazioni spaziali (Chrastil & Warren, 2012). Nella ricerca riguardo a queste due tipologie di navigazione prevale l'idea che la navigazione attiva comporti un apprendimento spaziale migliore rispetto a quella passiva (Von Stülpnagel & Steffens, 2012).

L'apprendimento di un ambiente può essere misurato in seguito alla navigazione in un ambiente reale, oppure in seguito alla navigazione effettuata tramite un altro strumento, come un video o la realtà virtuale. Gli ambienti riprodotti dalla realtà virtuale sono una buona approssimazione del mondo reale (Richardson, Montello, & Hegarty, 1999) sia per quanto riguarda i meccanismi e le strategie che sottostanno alla navigazione, sia per le caratteristiche delle rappresentazioni mentali che ne derivano, anche se richiedono un impiego maggiore di risorse cognitive (Hegarty et al., 2006). La validità della realtà virtuale aumenta laddove l'ambiente riprodotto sia caratterizzato da elementi tridimensionali e condizioni immersive in grado di ricordare un'esperienza sensomotoria reale e conferire la sensazione di trovarsi veramente all'interno dell'ambiente (Ruddle et al., 2011). Inoltre, la realtà virtuale implica alcuni vantaggi, come la possibilità di controllare il contenuto visivo e l'accessibilità di una serie di informazioni comportamentali accurate (Denis, 2018; Lhuillier & Gyselinck, 2018).

Nel presente studio l'apprendimento è avvenuto tramite navigazione diretta in un ambiente virtuale.

1.2 Tipologie di conoscenze spaziali: conoscenza *survey*

Quando apprendiamo un ambiente attraverso la navigazione acquisiamo informazioni da un punto di vista egocentrico, in cui il corpo funge da punto di riferimento primario. Quando le codifichiamo e manteniamo in memoria, però, le informazioni vengono integrate in una combinazione di rappresentazioni egocentriche e allocentriche (Burgess, 2006; Ladyka-Wojcik & Barense, 2021). Le rappresentazioni egocentriche fanno riferimento alle relazioni spaziali fra il soggetto e gli elementi dell'ambiente, mentre quelle allocentriche concernono le relazioni spaziali fra i vari elementi dell'ambiente. Ci sono dunque più tipologie di conoscenza che possono essere ottenute tramite la navigazione. Secondo una prima classificazione, sostenuta da vari studi (Golledge, 1999; Siegel & White, 1975; Wiener & Büchner, 2009), tale conoscenza comprende: la conoscenza dei punti nello spazio, detta conoscenza *landmark*; la conoscenza riguardante le sequenze di punti nello spazio, o percorsi, detta conoscenza *route*; e la conoscenza delle aree o le relazioni spaziali fra almeno due punti, detta conoscenza *survey*. Claessen e Van Der Ham (2017), in seguito alla scoperta di una dissociazione funzionale neuropsicologica fra le conoscenze riguardanti i *landmark*, le posizioni e i percorsi, hanno elaborato un modello che propone una differente classificazione dei domini della conoscenza spaziale. Secondo tale classificazione l'abilità di navigazione dipende dalla conoscenza *landmark*, che include l'abilità di ricordare gli elementi presenti nell'ambiente; dalla conoscenza delle posizioni; e dalla conoscenza dei percorsi che connettono i *landmark*. La conoscenza delle posizioni è composta da una componente egocentrica e una allocentrica. Anche la conoscenza dei percorsi può essere suddivisa in egocentrica e allocentrica: la prima, detta conoscenza *route*, riguarda i percorsi intesi come una successione degli elementi incontrati nell'ambiente, mentre nella seconda, detta *survey*, i percorsi sono intesi come un insieme di elementi osservati da un punto di vista "a volo d'uccello", come rappresentati in una mappa.

Il modello di Claessen e Van Der Ham è parzialmente in linea con quello proposto da Wiener et al. (2009), che teorizza una distinzione fra la conoscenza *landmark/route*, fondata sul ricordo delle informazioni da un punto di vista in prima

persona, e la conoscenza *survey*/allocentrica, basata sul ricordo delle informazioni sulle relazioni fra i *landmark*.

La conoscenza allocentrica è indipendente dal punto di vista e concerne le relazioni fra i *landmark* e le loro posizioni. Essa può essere misurata con diverse tipologie di compiti, come ad esempio quello di trovare una scorciatoia in un ambiente in cui è precedentemente avvenuta la navigazione, oppure il compito di disegno di mappa, che richiede di riprodurre le relazioni apprese fra i *landmark* e le loro posizioni. I compiti che implicano un cambio di prospettiva, da egocentrica ad allocentrica o viceversa, fra la fase di apprendimento e quella di *recall* permettono inoltre di misurare la flessibilità della rappresentazione dell'ambiente. Esistono però anche compiti che mantengono la stessa prospettiva, come il compito di ripercorso o il compito di ri-disegno di mappa. La complessità nella misurazione qualitativa della conoscenza spaziale e delle rappresentazioni degli ambienti deriva dal ruolo dei numerosi *input* che contribuiscono all'apprendimento spaziale in combinazione con i diversi tipi di *recall* che possono essere richiesti dai test (Meneghetti et al., 2022).

Nel presente studio è stata misurata la conoscenza *route* dell'ambiente, appreso da una prospettiva egocentrica, tramite un compito di ripercorso; e la conoscenza *survey* tramite due compiti di disegno di mappa caratterizzati da due richieste di differente difficoltà.

1.3 Ruolo della memoria di lavoro nell'apprendimento spaziale

La variabilità delle performance nei compiti che valutano la conoscenza spaziale può essere correlata a dei fattori individuali, detti fattori visuospatiali, che includono una serie di aspetti, fra cui abilità visuospatiali e inclinazioni personali. Gli individui con alte abilità spaziali e inclinazioni personali hanno una conoscenza spaziale maggiore (Allen et al., 1996; Ishikawa & Montello, 2006; Meneghetti et al., 2021). È pertanto rilevante valutare in che modo i fattori visuospatiali condizionino l'apprendimento delle diverse tipologie di conoscenza spaziale acquisite tramite la navigazione.

Le abilità visuospatiali sono le abilità cognitive che servono a generare, mantenere in memoria e gestire le immagini astratte (ad esempio l'abilità di ruotare mentalmente le immagini) (Lohman, 1988; Linn & Petersen, 1985). Le abilità visuospatiali possono essere divise in due sottocategorie basate sulla distinzione fra compiti spaziali in cui la trasformazione mentale implica un quadro di riferimento egocentrico oppure allocentrico (Hegarty & Waller, 2004) (Malinowski, 2001). Le due sottocategorie sono conosciute anche come abilità spaziali “*small-scale*” (riferite agli oggetti) e abilità spaziali “*large-scale*” (riguardanti l'ambiente). (Casey, 2013) (Jansen, 2009). Alcuni studi considerano le abilità visuospatiali in termini di abilità di processare le informazioni, ovvero in termini di memoria di lavoro visuospatialiale. Ci sono diversi modelli della memoria di lavoro; alcuni la descrivono come una funzione di natura unitaria, altri come una funzione dominio-specifica (o multidimensionale). In particolare, la teorizzazione di Baddeley (1986) distingue tra un dominio verbale e uno visuospatialiale ed è supportata da numerose evidenze nella letteratura sulle differenze individuali nella memoria di lavoro (Wang & Carr, 2014). Tramite dei test di neuroimmagine e degli studi sperimentali è stata individuata, all'interno della memoria di lavoro, una distinzione fra processi spaziali simultanei e processi spaziali sequenziali. La memoria di lavoro visuospatialiale può essere dunque distinta in simultanea e sequenziale: la prima riguarda delle posizioni spaziali presentate simultaneamente in un compito di memoria di lavoro, mentre la seconda concerne posizioni spaziali presentate in sequenza in un compito che richiede di ricordare le posizioni precedenti (Mammarella, et al., 2006).

La memoria di lavoro gioca un ruolo fondamentale nelle attività cognitive complesse (Miyake & Shah, 1999). Essa permette di mantenere in memoria ed elaborare le informazioni visuospatiali (Logie, 1995) ed è correlata in particolare all'apprendimento tramite navigazione della conoscenza allocentrica delle posizioni e della conoscenza del percorso (Kirasic, 2000; Muffato et al., 2020). La memoria di lavoro visuospatialiale risulta infatti correlata alla performance in compiti di direzione del percorso (Garden et al., 2002); in compiti di stima delle direzioni e delle scorciatoie (Labate et al., 2014); e in compiti di ripercorso e di disegno di mappa (Muffato et al., 2020). La conoscenza *landmark* in relazione ai fattori

individuali è stata studiata di meno, ma ci sono comunque alcune evidenze della sua correlazione con le abilità visuospatiali. In un recente studio (Muffato et al., 2022) sono stati indagati per la prima volta tutti i tipi di conoscenza di un ambiente (*landmark*, posizione-egocentrica, posizione-alloentrica, percorso-egocentrica o *route*, percorso-alloentrica o *survey*) in relazione ai fattori visuospatiali. I risultati dello studio indicano che, in seguito all'apprendimento di un ambiente tramite navigazione, la memoria di lavoro visuospatial è correlata alla conoscenza *landmark* e posizione-alloentrica, mentre sia la memoria di lavoro visuospatial che le inclinazioni personali sono correlate alla conoscenza *route* e *survey*. Non è però ancora possibile trarre una conclusione certa sull'influenza che i fattori visuospatiali, considerati nel loro insieme, esercitano sull'apprendimento di un ambiente virtuale (Muffato et al., 2023).

Nel presente studio, prima della navigazione nell'ambiente virtuale, è stata valutata la memoria di lavoro visuospatial simultanea e sequenziale dei partecipanti con compiti variamente attivi.

1.4 Differenze di genere nella memoria di lavoro e nelle abilità visuospatiali

Un'altra fonte di differenze individuali potrebbero essere le differenze di genere. Generalmente risulta che gli uomini abbiano abilità visuospatiali e conoscenza spaziale migliori delle donne, anche se non tutte le ricerche danno questo risultato (Duff & Hampson, 2001; Nazareth et al., 2019). In genere, la prestazione degli uomini è significativamente migliore di quella delle donne in entrambi i domini della memoria di lavoro (Zilles et al., 2016). Comunque, nei compiti che valutano le abilità *small-scale* emerge una differenza di genere nella percezione spaziale e nella rotazione mentale, ma non nella visualizzazione spaziale (Linn & Petersen, 1985). Inoltre, le differenze di genere sembrano essere presenti solo quando al compito viene aggiunta una richiesta di processamento delle informazioni (Kaufman, 2007; Coluccia & Louse, 2004). Kaufman (2007) ha valutato l'impatto del genere, della memoria a breve termine spaziale, della memoria di lavoro verbale e della memoria di lavoro visuospatial sulle abilità visuospatiali. I risultati del suo studio indicano che la memoria di lavoro visuospatial è l'unico mediatore nella

relazione fra il genere e le abilità visuospatiali. Altri modelli spiegano le differenze di genere nelle abilità visuospatiali in termini di differenza delle strategie adottate per svolgere i test (Glueck & Fitting, 2003). Infine, un modello proposto da Wang e Carr (2014) individua anche una correlazione fra la memoria di lavoro e la scelta della strategia adottata: gli individui la cui memoria di lavoro visuospatiale è migliore di quella verbale hanno la tendenza ad adottare strategie euclidee (o olistiche), mentre gli individui che presentano una componente visuospatiale meno sviluppata adottano più frequentemente strategie *landmark* (o analitiche). Mediamente, negli uomini la componente visuospatiale è migliore rispetto alle donne, mentre la differenza nella componente verbale è meno significativa. Pertanto, negli uomini il rapporto fra la componente visuospatiale e la componente verbale è più alto ed è dunque più probabile che utilizzino strategie di tipo euclideo, che sembrano essere più vantaggiose (Saucier, et al., 2002).

Mentre a livello di abilità visuospatiali sembrano esserci delle differenze di genere, per quanto riguarda la conoscenza spaziale acquisita tramite l'apprendimento di ambienti esse non vengono sempre trovate. Da una metanalisi (Nazareth et al., 2019) sulle differenze di genere nelle abilità di navigazione spaziale è emerso che la prestazione degli uomini nei compiti di navigazione spaziale generalmente è significativamente migliore di quella delle donne, ma la grandezza dell'effetto varia in base al tipo di compito, alla variabile dipendente e all'ambientazione. In particolare, il vantaggio maschile emerge soprattutto nei compiti che valutano la conoscenza *survey* e *route*, che è correlata alla memoria di lavoro visuospatiale e alle inclinazioni personali. Secondo la classificazione di Cohen (1988) l'entità dell'effetto del genere sulla performance è piccola-media. L'effetto può essere moderato da vari fattori, come l'età (nei bambini è generalmente più piccolo) e il tipo di richiesta. Nei compiti di stima della distanza l'effetto della differenza di genere è attenuato dalla difficoltà inerente al compito stesso, infatti sia maschi che femmine ottengono risultati scarsi (Newcombe, 1985). Anche nei compiti in cui vengono fornite delle istruzioni verbali l'effetto è minore; ciò riflette la maggiore abilità delle donne nei compiti linguistici (Voyer & Voyer, 2014). Infine, nei compiti all'interno dei quali è prevista una fase di apprendimento delle abilità di navigazione, nonostante il vantaggio maschile resti significativo, la riduzione

dell'effetto sembra indicare che esso potrebbe scomparire in contesti che permettano l'apprendimento delle abilità di navigazione spaziale. Questi risultati, sebbene siano tratti da una metanalisi e non possono quindi essere interpretati con certezza con una relazione causale, possono fornire delle linee guida per ulteriori riflessioni e interventi in questo ambito. L'insegnamento delle abilità di navigazione all'interno dei programmi scolastici potrebbe essere utile per ridurre le differenze di genere e per migliorare le abilità di entrambi i sessi nella navigazione.

1.5 Razionale dello studio

L'apprendimento di un ambiente attraverso la navigazione è un processo complesso che dipende da numerosi fattori, sia relativi all'ambiente stesso che alle risorse individuali. In particolare, l'apprendimento della conoscenza *route* e *survey* sembra dipendere significativamente dalla memoria di lavoro visuospaziale e dalle inclinazioni personali. Un altro aspetto rilevante nello studio delle differenze individuali in questo ambito è quello delle differenze di genere, che generalmente sembrano essere presenti sia a livello di memoria di lavoro visuospaziale, che, seppur in misura minore, a livello di conoscenza *survey* e *route* dell'ambiente, ma non sempre vengono rilevate.

Nel presente studio è stata valutata la memoria di lavoro visuospaziale sequenziale e simultanea dei partecipanti. La memoria di lavoro visuospaziale sequenziale è stata valutata testando la capacità di ricordare l'ordine seriale di posizioni utilizzando il test di Corsi inverso (adattato da Corsi, 1972) e il compito di Percorsi su matrici (adattato da Mammarella et al., 2008) che richiede un compito sequenziale più attivo. La memoria di lavoro visuospaziale simultanea invece è stata valutata testando la capacità di ricordare la posizione in una configurazione con il test delle Matrici simultanee (adattato da Mammarella et al., 2008) e due compiti più attivi (a causa della potenziale rilevanza della capacità di manipolazione attiva delle informazioni per la conoscenza *survey*), ossia il ricordo delle posizioni di informazioni simultanee spostate nel test delle Matrici simultanee attive (adattato da Mammarella et al., 2008) e l'integrazione di informazioni visuospatiali con

enfasi sull'immaginazione mentale con il test del Puzzle immaginativo (adattato da De Beni et al., 2008).

Successivamente, in seguito a un'esperienza di navigazione virtuale in ambiente *cave*, la conoscenza *survey*/allocentrica dell'ambiente è stata valutata con il compito di disegno di mappa. Nonostante sia riconosciuto che una buona memoria di lavoro visuospatiale possa facilitare la formazione delle rappresentazioni mentali, alcuni individui con buoni livelli di memoria di lavoro visuospatiale si possono comunque trovare in difficoltà nell'integrazione di informazioni nelle rappresentazioni mentali (Weisberg & Newcombe, 2016). Questo porta a chiedersi se la variabilità nella conoscenza *survey* possa originare da altri fattori, come ad esempio la tipologia di *recall* prevista dal compito. Alcune evidenze suggeriscono che la performance di navigazione (Boone et al., 2019) e l'apprendimento spaziale (He et al., 2021) non dipendono soltanto dalla conoscenza acquisita dell'ambiente, ma anche dalle caratteristiche del compito utilizzato per testarle. Per questa ragione il compito di disegno di mappa è stato svolto da ogni partecipante in due modalità differenti: una che prevede una tipologia di *recall* guidato e una con *recall* libero. Nella condizione di *recall* guidato, per ogni *landmark* da posizionare sulla mappa ci sono due puntini, uno solo dei quali rappresenta la posizione corretta. Nella condizione con *recall* libero non c'è alcun suggerimento riguardo alla posizione dei *landmark*. Nella letteratura non sono ancora presenti informazioni sul legame fra le due tipologie di *recall*, la memoria di lavoro e la prestazione nei compiti che indagano la conoscenza *survey*. Uno degli obiettivi della presente ricerca è stabilire se la prestazione nel compito di disegno di mappa dipende dalla memoria di lavoro solo quando il *recall* è libero, o anche quando è guidato, e dunque la richiesta è più semplice.

CAPITOLO 2: Lo studio

2.1 Obiettivi

Il presente studio si propone di indagare il ruolo della memoria di lavoro nella conoscenza *survey* acquisita tramite navigazione di una città virtuale in un ambiente *cave* e le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale e nella conoscenza *survey*.

In particolare, vengono indagate le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale simultanea e sequenziale, misurata con compiti variamente attivi (obiettivo 1). I compiti utilizzati per la misurazione sono il test delle matrici simultanee, il test delle matrici simultanee attive, il test del percorso su matrici, il Backward Corsi task online e il test del puzzle immaginativo. Lo studio si propone inoltre di analizzare le differenze di genere nella conoscenza di tipo *survey* di un ambiente, appresa tramite navigazione attiva in un ambiente *cave* e misurata con diverse tipologie di *recall* della posizione dei *landmark*: libero e guidato (obiettivo 2). Infine, lo studio mira a comprendere se tale conoscenza di tipo *survey* dipenda dalla memoria di lavoro visuospatiale individuale solo quando viene misurata con un compito di *recall* libero o anche quando il *recall* è guidato, e dunque la richiesta è più semplice (obiettivo 3).

2.1.1. Ipotesi

Per quanto riguarda le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale, si ipotizza di osservare un vantaggio maschile, che potrebbe però risultare non significativo, nei compiti che valutano la memoria visuospatiale e spaziale. Tale ipotesi si basa sul fatto che nella letteratura di riferimento tali differenze di genere risultino essere generalmente presenti, ma non vengano sempre rilevate (Duff & Hampson, 2001). In particolare, si ipotizza che le differenze di genere vengano osservate soprattutto nei compiti più attivi, che richiedono un processamento maggiore delle informazioni (Kaufman, 2007; Coluccia & Louse, 2004). Nei compiti che valutano di più la memoria visiva (matrici simultanee e matrici simultanee attive), invece, ci si può aspettare che non vengano rilevate differenze

di genere (Linn & Petersen, 1985). Relativamente al secondo obiettivo, ossia l'analisi delle differenze di genere nella conoscenza *survey* di un ambiente appresa tramite navigazione attiva, ci si può aspettare che non vengano osservate differenze di genere significative. Nella letteratura di riferimento, infatti, nonostante venga talvolta osservato un vantaggio maschile nella conoscenza *survey*, vengono presentati anche molti fattori che spesso appiattiscono questa differenza (Nazareth et al., 2019). Inoltre, è possibile ipotizzare che l'analisi delle differenze di genere nella conoscenza *survey* rifletta in parte le differenze di genere rilevate, nella prima parte dello studio, nei compiti di memoria di lavoro visuospatiale, in quanto essa costituisce un'importante risorsa per la formazione della conoscenza *survey* (Muffato et al., 2022). Per quanto riguarda il terzo obiettivo, ovvero l'analisi della relazione tra memoria di lavoro visuospatiale, tipologia di *recall* e conoscenza *survey*, non è stato possibile elaborare delle ipotesi perché la letteratura di riferimento non tratta a sufficienza e nello specifico il tema. Poiché il ruolo della memoria di lavoro visuospatiale nella formazione della conoscenza *survey* potrebbe essere correlato alle caratteristiche della richiesta (Boone et al., 2019), ci si potrebbe aspettare che la memoria di lavoro sia implicata nella conoscenza *survey* solo quando essa è valutata con un compito di *recall* libero. Al contrario, se il ruolo della memoria di lavoro visuospatiale nella formazione della conoscenza *survey* è indipendente dalla tipologia di *recall* prevista dalla richiesta, ci si può aspettare che la memoria di lavoro visuospatiale sia correlata alla conoscenza *survey* sia nella condizione di *recall* libero che guidato.

2.2 Metodo

2.2.1 Partecipanti

Il progetto di ricerca ha coinvolto 74 persone dai 20 ai 35 anni di età di cui 54 donne (con età media $M = 22.19$ e deviazione standard $DS = 2.25$) e 20 uomini (con età media $M = 21.80$ e deviazione standard $DS = 1.20$). Il reclutamento è avvenuto principalmente all'interno del corso di Apprendimento e Memoria (Corso di Scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche) in cambio di un punto aggiuntivo all'esame e tramite passaparola. I criteri di inclusione per i partecipanti erano:

essere madrelingua in italiano, avere un'età compresa fra 18 e 40 anni e non presentare disturbi psichiatrici, neurologici o disturbi che possono causare difficoltà cognitive, visuali, uditive e/o difficoltà motorie.

La dimensione del campione è stata determinata con la libreria *pwr* in R per i modelli lineari. Abbiamo ottenuto che 57 partecipanti sono sufficienti per raggiungere una potenza di 0,80 quando si considerano cinque coefficienti nel modello (genere, età, tipo di *recall*, memoria di lavoro visuospatiale e interazione tra tipo di *recall* e memoria di lavoro visuospatiale), una dimensione dell'effetto di 0,20 e un livello di significatività pari a 0,05.

Inizialmente sono stati reclutati 80 partecipanti di cui 78 rispettavano il criterio di inclusione. Quattro partecipanti sono stati successivamente esclusi perché si sono sentiti male durante la fase di apprendimento e non hanno potuto completare i compiti. Tutti i partecipanti sono stati informati sugli scopi della ricerca e hanno firmato il consenso informato in conformità con la Dichiarazione di Helsinki (Associazione Medica Mondiale, 2013).

2.2.2 Materiali

2.2.2.1 Test di memoria di lavoro visuospatiale simultanea e sequenziale

Matrici simultanee (adattate da De Beni et al., 2008)

Il test delle matrici simultanee permette di valutare la memoria di lavoro visuospatiale simultanea, in particolare visiva. La prova consiste nella presentazione di una serie di griglie composte da un numero crescente di caselle, di cui alcune sono annerite. Il partecipante, dopo aver visualizzato la griglia per due secondi, deve indicare su una griglia vuota di uguali dimensioni quali erano le caselle annerite nello stimolo originale. Il tempo massimo previsto per la risposta è di 90 secondi; entro questo lasso di tempo il partecipante può cambiare la risposta a suo piacimento finché non si sente sicuro. Il test si compone di una griglia di esempio e dodici *item* di difficoltà crescente, ognuno composto da due griglie. Il numero di caselle annerite aumenta gradualmente da 1 a 12.

Il punteggio del test corrisponde al numero di risposte corrette, con un punteggio massimo pari a 24. Il test ha ottenuto una moderata consistenza interna (alpha di Cronbach = 0.58).

Matrici simultanee attive (adattate da Mammarella et al., 2008)

Il test delle matrici simultanee attive ha lo scopo di valutare la memoria di lavoro visuospatiale simultanea attiva e, in particolare, visiva. Consiste nella presentazione di una serie di griglie composte da un numero crescente di caselle, di cui alcune sono annerite. Il partecipante, dopo aver visualizzato la griglia per 2 secondi, deve indicare su una griglia vuota di uguali dimensioni le caselle annerite nello stimolo originale, ma spostandole tutte in basso di una posizione. Il tempo massimo previsto per la risposta è di 90 secondi; entro questo lasso di tempo il partecipante può cambiare la risposta a suo piacimento finché non si sente sicuro. Il test si compone di due griglie di esempio e nove condizioni di difficoltà crescente, ognuna composta da due griglie. Il numero di caselle annerite nella condizione di prova è pari a 2, mentre nelle altre condizioni aumenta gradualmente da 3 a 11. Il punteggio del test corrisponde al numero di risposte corrette, con un punteggio massimo pari a 18. Il test ha ottenuto una moderata consistenza interna (alpha di Cronbach = 0.61).

Percorso su matrici (adattato da Mammarella et al., 2008)

Il test del percorso su matrici permette di valutare la memoria di lavoro visuospatiale sequenziale attiva, in particolare di tipo spaziale. All'inizio di ogni prova viene presentata al partecipante una griglia di dimensioni 6x6 con un omino posizionato nella casella in basso a sinistra. Successivamente compare, al posto della griglia, una serie di comandi composta da una combinazione delle parole "avanti", "indietro", "destra" e "sinistra" di lunghezza variabile. Dopo aver visualizzato per due secondi i comandi, al partecipante viene chiesto di indicare in una griglia identica a quella presentata inizialmente la posizione finale dell'omino, che si deve spostare secondo i comandi. Il test è composto da tre prove di esempio,

una con un solo comando e le successive con due comandi, e otto condizioni di difficoltà crescente, ognuna costituita da due prove. Nelle otto condizioni il numero di comandi cresce gradualmente da 3 a 10.

Il punteggio corrisponde al numero di caselle corrette indicate dal partecipante, con un punteggio massimo pari a 16. Il test ha ottenuto una moderata consistenza interna (alpha di Cronbach = 0.66).

Backward Corsi task online (Corsi, 1972)

Il test misura lo *span* della memoria di lavoro visuospatiale sequenziale. La prova, adattata per essere svolta online (Backward Corsi task, 2021), consiste nella presentazione di nove rettangoli che si illuminano in sequenza, seguita dal segnale acustico “go”. Il compito del partecipante è quello di cliccare con il mouse sui rettangoli nell’ordine inverso rispetto alla serie presentata. Al termine dello svolgimento del compito il partecipante deve premere il tasto verde contrassegnato dalla scritta “done”. Se ha risposto correttamente, sullo schermo comparirà una faccina sorridente e la prova proseguirà con la sequenza successiva. Al contrario, se la sequenza indicata è errata, apparirà una faccina triste e il partecipante avrà una seconda possibilità per lo svolgimento del compito. Al secondo errore consecutivo sulla stessa prova il test si conclude.

Il punteggio è pari al numero di rettangoli che compongono la sequenza nell’ultima prova svolta correttamente.

Puzzle immaginativo (adattato da De Beni et al., 2008)

Il test del puzzle immaginativo ha il fine di valutare la memoria di lavoro visuospatiale simultanea attiva con enfasi sulla componente immaginativa. All’inizio della prova viene presentato un disegno di un oggetto comune. Dopo aver visualizzato l’immagine per due secondi, il partecipante ha 90 secondi per ricostruire l’immagine, ora presentata scomposta in un numero variabile di caselle, immaginando di posizionare i pezzi in una griglia vuota. Il test si compone di una condizione di esempio, in cui l’immagine viene scomposta in due parti, e nove

condizioni di difficoltà crescente, ognuna composta da due prove. Nelle diciotto prove le immagini sono scomposte in un numero di caselle che va da 2 a 10. Ci sono due condizioni per ogni numero di caselle.

Il punteggio corrisponde al numero di immagini ricostruite correttamente, con un punteggio massimo pari a 18. Il test ha ottenuto una moderata consistenza interna (α di Cronbach = 0.68).

2.2.2.2 Apprendimento e ricordo di ambiente virtuale

Apprendimento di percorso in ambiente città virtuale (creato ad hoc)

Il compito consiste nella navigazione interattiva in un ambiente virtuale. Dopo una prima fase di allenamento dedicata ad acquisire familiarità con il *joypad* e con il funzionamento della navigazione, al partecipante viene presentato l'ambiente virtuale creato ad hoc. L'ambiente rappresenta una città composta da una strada con diversi bivi, rotonde e incroci, e da 18 *landmark* (alimentari, libreria, banca, scuola, poste, museo, fontana, hotel, lunch bar, ospedale, fioreria, gelataio, teatro, pizzeria, edicola, statua, palasport, chiesa). Il partecipante, che vede l'ambiente da una prospettiva in prima persona, deve seguire un avatar in un percorso all'interno della città. Il percorso è uguale per tutti i partecipanti e l'avatar si ferma ogni volta che il partecipante fa una pausa o sbaglia direzione. Il compito del partecipante è quello di apprendere sia il percorso, che i *landmark* e le loro posizioni all'interno della città. Nella fase di apprendimento vengono rilevati tempo impiegato, lunghezza del percorso compiuto (in metri) e numero di pause.

Compito di ripercorso o Controlled Exploration (creato ad hoc)

Al partecipante viene presentato il medesimo ambiente virtuale. Partendo dalla stessa posizione, il compito è quello di compiere nuovamente lo stesso percorso in autonomia, senza l'avatar che mostra la direzione da seguire. Se viene imboccata la strada sbagliata sullo schermo compare un messaggio di errore e il partecipante, che è impossibilitato a proseguire in quella direzione, deve tornare indietro e provare a

tornare sul percorso corretto. Prima dell'inizio della prova viene suggerito al partecipante di approfittare anche di questa seconda visione dell'ambiente virtuale per memorizzare al meglio i *landmark* e le loro posizioni.

Nella valutazione della prestazione vengono presi in considerazione il tempo impiegato per compiere il percorso, la distanza percorsa in metri, il numero di pause e gli errori, divisi in due categorie: *soft collision* e *hard collision*. Gli errori di *soft collision* si verificano quando il partecipante imbocca la strada sbagliata, ma se ne accorge prima della comparsa del messaggio di errore e torna autonomamente sulla via corretta. Invece, gli errori di *hard collision* corrispondono all'occasione in cui il partecipante si inoltra nella strada sbagliata tanto da arrivare ad essere bloccato dal messaggio di errore.

Compito di disegno libero (creato ad hoc)

Nel compito di disegno libero viene consegnata al partecipante una rappresentazione dall'alto della città virtuale spoglia dei *landmark*. Accanto alla mappa sono raffigurati 9 *landmark*, scelti in maniera casuale fra i 18 presenti nella città virtuale, indicati da lettere. Le condizioni del test, caratterizzate da differenti combinazioni dei *landmark*, sono dieci. Il compito consiste nel riportare le lettere corrispondenti ai *landmark* nelle posizioni corrette all'interno della mappa. Il punteggio corrisponde al numero di *landmark* correttamente riportati sulla mappa, con un punteggio massimo pari a 9.

Compito di disegno guidato (creato ad hoc)

Nel compito di disegno guidato viene consegnata al partecipante una rappresentazione dall'alto della città virtuale spoglia dei *landmark*. Accanto alla mappa sono raffigurati 9 *landmark*, scelti in maniera casuale fra i 18 presenti nella città virtuale, indicati da lettere. Le condizioni del test, caratterizzate da differenti combinazioni dei *landmark*, sono dieci. Per ogni *landmark* rappresentato nella scheda sono stati inseriti sulla mappa due puntini, di cui uno corrispondente alla posizione corretta e uno ad una posizione distraente, per un totale di 18 puntini tra

i quali il partecipante deve scegliere le 9 posizioni corrette dei *landmark* presentati a lato. Il partecipante ha il compito di riportare le lettere in corrispondenza dei puntini corretti.

Il punteggio corrisponde al numero di *landmark* correttamente riportati sulla mappa, con un punteggio massimo pari a 9.

2.2.3 Procedura

Lo studio si svolge in tre sessioni: le prime due in presenza, nel laboratorio di psicologia dell'Università degli Studi di Padova, in via Venezia 8, e l'ultima online tramite un link inviato ai partecipanti dopo la conclusione delle prime due.

Per sottoporsi alla prima sessione dell'esperimento il partecipante viene accolto e fatto accomodare in una stanza del laboratorio provvista di un computer. Dopo la raccolta dei dati anagrafici e del codice identificativo, il partecipante legge e firma il consenso informato. Si procede dunque con lo svolgimento delle prove, che vengono precedute dalla lettura da parte dello sperimentatore di brevi testi descrittivi del compito (istruzioni). Le risposte del partecipante vengono segnate su un protocollo di correzione dallo sperimentatore. I test che compongono la prima sessione sono le Matrici simultanee (adattate da De Beni et al., 2008), le Matrici simultanee attive (adattate da Mammarella et al., 2008), il Puzzle immaginativo (adattato da De Beni et al., 2008) e il Percorso su matrici (adattato da Mammarella et al., 2008). Questi vengono proposti al partecipante in ordine bilanciato, fatta eccezione per il fatto che il test delle Matrici simultanee è sempre presentato prima di quello delle Matrici simultanee attive, con tre condizioni diverse. Nella prima condizione i test sono presentati in questo ordine: Matrici simultanee, Matrici simultanee attive, Puzzle immaginativo, Percorso su matrici. Nella seconda condizione l'ordine è: Percorso su matrici, Matrici simultanee, Puzzle immaginativo, Matrici simultanee attive. Infine, nella terza condizione l'ordine di presentazione dei test è: Puzzle immaginativo, Matrici simultanee, Matrici simultanee attive, Percorso su matrici. La prima sessione complessivamente dura all'incirca 20 minuti.

Per lo svolgimento della seconda sessione il partecipante viene accolto all'interno del CAVE, una stanza del laboratorio dotata di uno schermo a 180 gradi, tre proiettori e un banco e una sedia posti al centro della stanza. Sul banco è presente il *joypad*, che è lo strumento che il partecipante utilizzerà per navigare nell'ambiente virtuale, dotato di due *joystick*: il movimento del *joystick* a sinistra consente di spostarsi, quello del *joystick* a destra permette di modificare la visuale (il partecipante a schermo vede un mirino, indicante la sua visuale). Dopo aver fatto accomodare il partecipante, lo sperimentatore si sposta in stanza regia, da cui comunicherà con il partecipante tramite un collegamento audio. Prima di tutto viene chiesto al partecipante di indicare il suo livello di familiarità con il *joypad* su una scala che va da 1 a 6, dove 1 significa “*per niente*” e 6 sta per “*moltissimo*”. Si procede dunque con il Training, ovvero una fase di allenamento in cui il partecipante può spostarsi liberamente in un ambiente virtuale in cui sono presenti degli oggetti tridimensionali. Il Training termina quando il partecipante si sente sicuro nel maneggiare il *joypad*. Si procede dunque con i compiti di Apprendimento e di Ripercorso, ognuno preceduto dalla lettura da parte dello sperimentatore di un breve testo descrittivo della prova. Fra una prova e l'altra lo sperimentatore si accerta che il partecipante non senta nausea o malesseri di alcun tipo, in caso contrario la prova viene interrotta. Al termine del compito di Ripercorso viene chiesto al partecipante se avesse già visto l'ambiente virtuale e lo sperimentatore, una volta tornato nel CAVE, consegna al partecipante una scheda su cui svolgere le prove di Disegno libero e Disegno guidato. Si conclude dunque la seconda sessione dell'esperimento, che ha una durata all'incirca di 20 minuti, ringraziando il partecipante per la sua disponibilità.

La terza ed ultima parte dell'esperimento si svolge da remoto: il partecipante accede tramite un link al Backward Corsi task online.

2.3 Risultati

2.3.1 Differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale

Per analizzare le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale sono stati considerati i punteggi ottenuti nei test elencati nella Tabella 1 che ne riporta le statistiche descrittive.

Tabella 1

	Donne	Uomini
	M (DS)	M (DS)
Matrici simultanee	18.96 (2.15)	19.40 (1.82)
Matrici simultanee attive	11.44 (2.03)	12.55 (2.09)
Percorso su matrici	9.15 (1.94)	10.75 (2.83)
Backward Corsi Task	4.52 (2.07)	4.55 (2.31)
Puzzle immaginativo	13.46 (2.20)	14.00 (2.43)

Tramite t test sono stati confrontati donne e uomini per i vari compiti di memoria di lavoro visuospatiale simultanea e sequenziale. Sono emerse differenze di genere solo nel compito di Percorso su matrici (MLVS sequenziale attiva): $t(25,90) = -2.34$, $p = 0.027$, d di Cohen = 0.73. Per tutti gli altri compiti non emergono differenze. Compito di Matrici simultanee (MLVS sequenziale): $t(39,85) = -0.87$, $p = 0.388$, d di Cohen = 0.21; compito di Matrici simultanee attive (MLVS simultanea attiva): $t(33,21) = -2.03$, $p = 0.050$, d di Cohen = 0.53; compito di Puzzle immaginativo (MLVS simultanea attiva con enfasi sulla componente immaginativa): $t(31,22) = 0.87$, $p = 0.393$, d di Cohen = 0.24.

2.3.2 Differenze di genere nella conoscenza *survey* di un ambiente

Per indagare le differenze di genere nella conoscenza *survey* di un ambiente appresa tramite navigazione attiva sono state prese in considerazione le prestazioni nei compiti di disegno di mappa di tipo guidato e libero. Tramite t test sono stati confrontati donne e uomini. Si veda la statistica descrittiva in Tabella 2.

Tabella 2

	Donne	Uomini
	M (DS)	M (DS)
Compito di disegno guidato	4.81 (2.53)	4.20 (2.35)
Compito di disegno libero	3.07 (2.24)	2.90 (2.07)

In entrambe le tipologie di compito non sono emerse differenze di genere nella conoscenza di tipo *survey*. Compito di *recall* guidato: $t(36.31) = 0.98$, $p = 0.334$, d di Cohen = 0.25; compito di *recall* libero: $t(36.49) = 0.31$, $p = 0.756$, d di Cohen = 0.08.

2.3.3 Relazione tra memoria di lavoro visuospatiale, tipo di richiesta e conoscenza *survey*

Sono state svolte delle correlazioni tra i punteggi ottenuti nei compiti di memoria di lavoro visuospatiale e la prestazione nel compito di disegno di mappa nelle due modalità (guidata e libera) (Tabella 3).

La prestazione nel compito di disegno di mappa in entrambe le modalità è correlata solo al compito di Puzzle immaginativo (memoria di lavoro visuospatiale simultanea attiva con enfasi sull'immaginazione mentale) e non presenta correlazioni con altre tipologie di memoria di lavoro visuospatiale. Dunque, la memoria di lavoro visuospatiale simultanea attiva sembra essere la principale risorsa coinvolta nello svolgimento del compito di disegno di mappa. Le due

correlazioni, inoltre, hanno valori molto simili. Ciò indica che la memoria di lavoro visuospatiale è una risorsa individuale importante per la conoscenza allocentrica indipendentemente dal tipo di richiesta (guidata o libera).

È inoltre emersa una correlazione, seppur non significativa, fra i compiti di memoria visiva (Matrici simultanee e Matrici simultanee attive) e il compito di disegno di mappa libero. In particolare, è emerso per il test delle Matrici simultanee $r = 0.18$ e per il test delle Matrici simultanee attive $r = 0.28$. Ciò indica che la memoria visiva, seppur in minor misura rispetto alla memoria visuospatiale, è comunque utile al fine di acquisire la conoscenza allocentrica di un ambiente.

Tabella 3

	1	2	3	4	5	7
1. Matrici simultanee	-					
2. Matrici simultanee attive	0.50	-				
3. Percorso su matrici	0.22	0.18	-			
4. Backward Corsi Task	0.12	0.23	0.08	-		
5. Puzzle immaginativo	0.50	0.45	0.20	0.16	-	
6. Compito di disegno di mappa con <i>recall</i> guidato	0.02	0.10	0.13	0.05	0.35	-
7. Compito di disegno di mappa con <i>recall</i> libero	0.18	0.28	0.12	0.00	0.32	0.60

Nota. In grassetto le correlazioni con $r \geq |.30|$, $p < .01$

CAPITOLO 3: Discussione

Il presente studio si è proposto di analizzare le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale e nella conoscenza *survey* e di indagare la relazione fra la memoria di lavoro visuospatiale, la conoscenza *survey* e il tipo di richiesta (*recall* libero e guidato).

La memoria di lavoro visuospatiale dei partecipanti è stata osservata attraverso cinque compiti che permettono di valutarne diverse componenti. La memoria di lavoro simultanea è stata valutata con il test delle Matrici simultanee (adattato da De Beni et al., 2008) che valuta soprattutto la componente visiva, il test delle Matrici simultanee attive (adattato da Mammarella et al., 2008), che fa anch'esso riferimento alla componente visiva, ma è un compito più attivo, e il test del Puzzle immaginativo (adattato da De Beni et al., 2008), che è un compito attivo che enfatizza la componente immaginativa visuospatiale. La memoria di lavoro visuospatiale sequenziale, invece, è stata valutata con il Backward Corsi Task online (adattato da Corsi, 1972) e il test del Percorso su matrici (Mammarella et al., 2008), che è più attivo e riguarda prevalentemente la componente spaziale.

Successivamente, i partecipanti hanno appreso un ambiente tramite navigazione virtuale attiva in un ambiente *cave* e hanno eseguito un compito di ripercorso. La conoscenza *survey* dell'ambiente è stata valutata con un compito di disegno di mappa, svolto da ogni partecipante in due modalità per analizzare il ruolo della memoria di lavoro nella formazione della conoscenza *survey* in relazione alle caratteristiche della richiesta. Le due modalità utilizzate sono una più semplice con una tipologia di *recall* guidato, e una più difficile con *recall* libero.

3.1 Differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiale

Dall'analisi delle differenze di genere nei vari compiti di memoria di lavoro visuospatiale sono emerse differenze di genere significative solo nel compito di Percorso su matrici, che consente di valutare la memoria di lavoro visuospatiale sequenziale attiva, in cui gli uomini hanno ottenuto un risultato migliore delle

donne. In tutti gli altri compiti, seppur venga comunque osservato un leggero vantaggio maschile, non sono state osservate differenze di genere significative.

Il fatto che sia emerso un vantaggio maschile significativo solo nel compito che valuta la memoria di lavoro visuospatiale sequenziale attiva conferma quanto sostenuto da Kaufman (2007) e Coluccia e Louse (2004), ovvero che le differenze di genere si osservano solo quando la richiesta implica un maggiore processamento delle informazioni. Inoltre, l'assenza di differenze di genere nei compiti che enfatizzano la componente di visualizzazione è in accordo con la letteratura di riferimento (Linn & Petersen, 1985) e con le ipotesi formulate.

3.2 Differenze di genere nella conoscenza *survey* di un ambiente

L'analisi delle differenze di genere nel compito di disegno di mappa libero e guidato non ha portato ad alcun risultato significativo. Poiché la conoscenza *survey* è influenzata dalla memoria di lavoro visuospatiale, ciò potrebbe riflettere le scarse differenze di genere osservate nei compiti di memoria di lavoro, che sono apparse in un solo compito su cinque. Inoltre, questi risultati sono in accordo con la letteratura di riferimento, che riporta sempre più casi di assenza di differenze di genere nella conoscenza *survey* di un ambiente (Nazareth et al., 2019). I risultati potrebbero riflettere il fatto che nei compiti all'interno dei quali è prevista una fase di apprendimento vi è una riduzione dell'effetto del genere (Nazareth et al., 2019): la fase di ripercorso, infatti, oltre ad avere lo scopo di valutare la conoscenza *route*, potrebbe rappresentare anche un'ulteriore occasione di apprendimento dell'ambiente.

3.3 Relazione tra memoria di lavoro visuospatiale, tipo di richiesta e conoscenza *survey*

La prestazione nel compito di disegno di mappa in entrambe le modalità, indicativa della conoscenza *survey*, è risultata in correlazione, fra i vari compiti di memoria di lavoro, solo con il compito di Puzzle immaginativo, che valuta la memoria di lavoro visuospatiale simultanea attiva con enfasi sull'immaginazione mentale. La

conoscenza *survey* non presenta correlazioni con le altre tipologie di memoria di lavoro visuospaziale. Dunque, la memoria di lavoro visuospaziale simultanea attiva sembra essere la principale risorsa coinvolta nello svolgimento del compito di disegno di mappa. Ciò conferma l'ipotesi, basata sulle informazioni presentate nella letteratura di riferimento, che la memoria di lavoro visuospaziale sia un'importante risorsa per la formazione della conoscenza allocentrica. Si confermano dunque i risultati dei lavori precedenti: la memoria di lavoro visuospaziale è importante indipendentemente dal tipo di richiesta con cui viene valutata la conoscenza *survey*. Sembra dunque che la memoria di lavoro visuospaziale sia importante per la formazione e il recupero della conoscenza in sé. È inoltre emersa una correlazione, seppur non significativa, fra i compiti di memoria visuospaziale simultanea visiva (matrici simultanee e matrici simultanee attive) e il compito di disegno di mappa libero. Ciò indica che la memoria visiva, seppur in minor misura rispetto alla memoria visuospaziale, è comunque utile al fine di acquisire la conoscenza allocentrica di un ambiente.

3.4 Limiti e prospettive future

Sebbene i risultati dello studio siano utili ai fini della comprensione degli obiettivi di ricerca, lo studio presenta alcuni limiti. Una prima limitazione all'interno della ricerca è che il coefficiente di affidabilità del Backward Corsi task online non è noto. Inoltre, nell'apprendimento della conoscenza *survey* dell'ambiente non sono state prese in considerazione caratteristiche individuali come inclinazioni personali di tipo motivazionale, né le caratteristiche dell'ambiente stesso, che è stato creato ad hoc. Comunque, poiché non sembrano esserci problematiche significative nell'utilizzo di un ambiente virtuale, la possibilità di manipolare l'ambiente e di riprodurre lo stesso identico ambiente in altri studi può essere una risorsa importante per lo sviluppo di ricerche future che tengano conto anche delle caratteristiche ambientali. Infine, nel presente studio non è stata analizzata la relazione tra le risorse individuali di memoria di lavoro e la conoscenza *route* o la relazione fra conoscenza *route* e *survey*. Queste relazioni potrebbero fornire

ulteriori spiegazioni delle differenze individuali nella formazione della conoscenza di un ambiente.

Per quanto riguarda le differenze di genere, i risultati dello studio sono promettenti e confermano la possibilità, illustrata nella letteratura di riferimento, di eliminare le differenze di genere nell'ambito della navigazione e della conoscenza spaziale che merita di essere approfondito con ricerche future.

CAPITOLO 4: Conclusioni

La navigazione spaziale è uno dei processi attraverso cui gli individui acquisiscono la conoscenza spaziale, che permette la formazione delle rappresentazioni mentali dell'ambiente e che può essere suddivisa in più componenti. La più complessa fra queste è la conoscenza *survey*/allocentrica, che consiste in una rappresentazione complessiva dell'ambiente e delle relazioni fra i suoi elementi e che può essere misurata con il compito del disegno di mappa. Nell'ambito della formazione delle rappresentazioni mentali degli ambienti ci sono numerose differenze individuali. Esse possono essere ascritte soprattutto ai fattori visuospatiali, che includono inclinazioni personali e abilità visuospatiali. Fra le abilità visuospatiali c'è la memoria di lavoro visuospatiala, che può essere suddivisa in simultanea e sequenziale e che rappresenta una risorsa importante per la formazione della conoscenza *survey*. Nella memoria di lavoro visuospatiala vengono spesso osservate delle differenze di genere, ma non sempre, e nella conoscenza *survey* esse sono talvolta rilevate, ma ancora di meno. Il presente studio si è proposto di indagare le differenze di genere nella memoria di lavoro visuospatiala considerata nelle sue diverse componenti e misurata con compiti variamente attivi e le differenze di genere nella conoscenza *survey*. Inoltre, è stato indagato il ruolo della memoria di lavoro visuospatiala e del tipo di *recall* richiesto in un compito di disegno di mappa sulla conoscenza *survey*. Il campione era costituito da 74 persone, principalmente studenti universitari: 54 donne e 20 uomini di età compresa tra i 20 e i 35 anni. Durante l'esperimento è stata valutata la memoria di lavoro visuospatiala tramite dei test cognitivi (adattati da De Beni et al., 2008; da Mammarella et al., 2008; Corsi, 1972), in seguito è avvenuta la navigazione attiva virtuale in un ambiente *cave* ed è stata valutata la conoscenza *survey* acquisita con un compito di disegno di mappa con *recall* libero e guidato. Sono emerse differenze di genere solo nel compito di Percorso su matrici, che valuta la memoria di lavoro visuospatiala sequenziale attiva; negli altri compiti di memoria di lavoro e nella conoscenza *survey* non sono state osservate differenze di genere. È emersa inoltre una correlazione tra la conoscenza *survey*, misurata con entrambe le tipologie di *recall*, e la memoria di lavoro visuospatiala simultanea attiva con enfasi sull'immaginazione mentale, confermando l'importanza della memoria di lavoro

visuospatiale nella formazione e nel recupero della conoscenza *survey* indipendentemente dalle caratteristiche della richiesta. È stata osservata una correlazione, seppur non significativa, anche fra il compito di disegno di mappa libero e i compiti che valutano la memoria di lavoro visuospatiale con enfasi sulla componente della visualizzazione. Il presente studio fornisce dunque delle informazioni utili sul ruolo della memoria di lavoro nella formazione della conoscenza *survey* acquisita tramite navigazione virtuale attiva, e conferma quanto illustrato dalla letteratura più recente riguardo alle differenze di genere in questo ambito.

Bibliografia

- Allen, G. L., Kirasic, K. C., Dobson, S. H., Long, R. G., & Beck, S. (1996). Predicting environmental learning from spatial abilities: An indirect route. *Intelligence, 22*, 327-355. doi:[https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(96\)90026-4](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(96)90026-4)
- Baddeley, A. (1986). Working memory. *New York, NY: Clarendon/Oxford.*
- Boone, A., Maghen, B., & Hegarty, M. (2019). Instructions matter: Individual differences in navigation and strategy and ability. *Mem Cogn 47*, 1401–1414. doi:<https://doi.org/10.3758/s13421-019-00941-5>
- Burgess, N. (2006). Spatial memory: How egocentric and allocentric combine. *Trends in Cognitive Sciences, 10(12)*, 551-557. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tics>.
- Casey, B. (2013). Individual and group differences in spatial ability. In D. A. Waller & L. Nadel (Eds.), Handbook of spatial cognition. *Washington, DC: American Psychological Association.*, 117-134.
- Chrastil, E. R., & Warren, W. H. (2012). Active and passive contributions to spatial learning. *Psychonomic Bulletin & Review, 19(1)*, 1-23. doi:<https://doi.org/10.3758/s13423-011-0182-x>
- Chrastil, E. R., & Warren, W. H. (2014). From Cognitive Maps to Cognitive Graphs. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112544>
- Chrastil, E. R., & Warren, W. H. (2015). Active and passive spatial learning in human navigation: Acquisition of graph knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1162–1178. doi:<https://doi.org/10.1037/xlm0000082>
- Claessen, M. H., & van der Ham, I. J. (2017). Classification of navigation impairment: A systematic review of neuropsychological case studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 73*, 81-97. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.12.015>
- Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). *Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.*
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of environmental Psychology, 24*, 329-340. doi:[10.1016/j.jenvp.2004.08.006](https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.08.006)
- Denis, M. (2018). Space and spatial cognition: a Multidisciplinary Perspective. .
- Duff, S. J., & Hampson, E. (2001). A sex difference on a Novel Spatial Working Memory Task in Humans. *Brain and Cognition 47*, 470–493. doi:[10.1006/brcg.2001.1326](https://doi.org/10.1006/brcg.2001.1326)

- Garden, S., Cornoldi, C., & Logie, R. H. (2002). Visuo-spatial working memory in navigation. *Applied Cognitive Psychology, 16*. doi:doi:10.1002/acp.746
- Glueck, J., & Fitting, S. (2003). Spatial strategy selection: Interesting incremental information. *International Journal of Testing, 3(3)*, 293-308.
doi:https://doi.org/10.1207/S15327574IJT0303_7
- Golledge, R. G. (1999). Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence, 32*, 175-191.
doi:https://doi.org/10.1016/j.intell.2003.12.001
- Hegarty, Montello, Richardson, Ishikawa, & Lovelace. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning.
- Ishikawa, T., & Montello, D. R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive psychology, 52(2)*, 93-129.
doi:https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2005.08.003
- Jansen, P. (2009). The dissociation of small- and large-scale spatial abilities in school-age children. *Perceptual & Motor Skills, 109*, 357-361.
doi:10.2466/PMS.109.2.357-361
- Kaufman. (n.d.).
- Kaufman, B. E. (2007). The Development of HRM in Historical and International Perspective. *The Oxford Handbook of Human Resource Management*. Oxford University Press.
- Kirasic, K. C. (2000). Age differences in adults' spatial abilities, learning environmental layout, and wayfinding behavior. *Spatial Cognition and Computation, 2(2)*, 117-134.
- Labate, E., Pazzaglia, F., & Hegarty, M. (2014). What working memory subcomponents are needed in the acquisition of survey knowledge? Evidence from direction estimation and shortcut tasks. *Journal of Environmental Psychology, 73-79*.
doi:doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.11.007
- Ladyka-Wojcik, N., & Barense, M. D. (2021). Reframing spatial frames of reference: What can aging tell us about egocentric and allocentric navigation? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 12(3)*, e1549. doi:https://doi.org/10.1002/wcs.1549

- Lhuillier, & Gyselinck. (2018). Using virtual reality to represent a space: a quick survey of promising methods to investigate spatial knowledge. 57-67.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498. doi:<https://doi.org/10.2307/1130467>
- Logie, R. H. (1995). Visuo-spatial working memory. *Hove, East Sussex: L. Erlbaum Associates*.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes and knowledge. *Advances in the psychology of human intelligence*, 181-248.
- Malinowski, J. C. (2001). Mental Rotation and Real-World Wayfinding. doi:10.2466/pms.2001.92.1.19
- Mammarella, I. C., Cornoldi, C., Pazzaglia, F., Toso, C., Grimoldi, M., & Vio, C. (2006). Evidence for a double dissociation between spatial-simultaneous and spatial-sequential working memory in visuospatial (nonverbal) learning disabled children. *Brain and Cognition* 62, 58-67. doi:10.1016/j.bandc.2006.03.007
- Meneghetti, C., Miola, L., Feraco, T., & Muffato, V. (2022). Individual Differences in Navigation: An Introductory Overview. *Prime Archives in Psychology: 2nd Edition.*, 3.
- Meneghetti, C., Miola, L., Toffalini, E., Pastore, M., & Pazzaglia, F. (2021). Learning from navigation, and tasks assessing its accuracy: The role of visuospatial abilities and wayfinding inclinations. *Journal of Environmental Psychology*, 75. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101614>
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control. *New York, NY: Cambridge University Press*.
- Montello, D. R. (2005). Navigation. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.008>
- Muffato, V., Meneghetti, C., & De Beni, R. (2020). The role of visuo-spatial abilities in environment learning from maps and navigation over the adult lifespan. *British Journal of Psychology*, 111(1), 70-91. doi:<https://doi.org/10.1111/bjop.12384>
- Muffato, V., Miola, L., Pellegrini, M., Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2023). Investigating the different domains of environmental knowledge acquired from virtual navigation and their relationship to cognitive factors and wayfinding inclinations. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2-16. doi:<https://doi.org/10.1186/s41235-023-00506-w>

- Muffato, V., Simonetto, A., Pellegrini, M., Tortora, C., & Meneghetti, C. (2022). Navigation ability in young, middle-aged and older adults: Different domains of knowledge and their relationship with visuospatial factors. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101820>
- Nazareth, A., Huang, X., Voyer, D., & Newcombe, N. (2019). A meta-analysis of sex differences in human navigation skills. *Psychonomic Bulletin & Review*.
- Newcombe, N. (1985). Methods for the study of spatial representation. In R. Cohen (Ed.), *The development of spatial cognition*, 277-300.
- Peer, M., Brunec, I. K., Newcombe, N. S., & Russell, A. E. (2020). Structuring Knowledge with Cognitive Maps and Cognitive Graphs. doi:[10.1016/j.tics.2020.10.004](https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.10.004)
- Peer, M., Nadar, C., & Russell, A. E. (2023). The format of the cognitive map depends on the structure of the environment. doi:[10.1037/xge0001498](https://doi.org/10.1037/xge0001498)
- Quaiser-Pohl, C., Lehmann, W., & Eid, M. (2004). The relationship between spatial abilities and representation of large-scale space in children - A structural equation modeling analysis. *Personality and Individual Differences*, 36, 95-107. doi:[10.1016/S0191-8869\(03\)00071-0](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(03)00071-0)
- Richardson, Montello, & Hegarty. (1999). Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition*, 741-750.
- Ruddle, R., Volkova, E., & Bühlhoff, H. (2011). Walking improves your cognitive map in environments that are large-scale and large in extent.
- Saucier, D. M., Green, S. M., Leason, J., MacFadden, A., Scott, B., & Elias, L. J. (2002). Are sex differences in navigation caused by sexually dimorphic strategies or by differences in the ability to use the strategies? doi:[10.1037//0735-7044.116.3.403](https://doi.org/10.1037//0735-7044.116.3.403)
- Siegel, & White. (1975). The development of spatial representation of large-scale environments. doi:[https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)60007-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)60007-5)
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 189-208. doi:<https://doi.org/10.1037/h0061626>
- Von Stülpnagel, R., & Steffens, M. C. (2012). Can active navigation be as good as driving? A comparison of spatial memory in drivers and backseat drivers. doi:[10.1037/a0027133](https://doi.org/10.1037/a0027133)
- Voyer, D., & Voyer, S. D. (2014). Gender differences in scholastic achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*. *Psychological Bulletin*, 140, 1174–1204. doi:<https://doi.org/10.1037/a0036620>

- Wang, L., & Carr, M. (2014). Working Memory and Strategy Use Contribute to Gender Differences in Spatial Ability. *EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST*, 49(4), 261-282. doi: 10.1080/00461520.2014.960568
- Warren, W. H. (2019). Non-Euclidean navigation. doi:https://doi.org/10.1242/jeb.187971
- Warren, W. H., Rothman, D. B., Schnapp, B. H., & Ericson, J. D. (2017). Wormholes in virtual space: From cognitive maps to cognitive graphs. *Cognition*, 166, 152-163. doi:https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.05.020
- Weisberg, S. M., & Newcombe, N. S. (2016). How do (some) people make a cognitive map? Routes, places, and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(5), 768-785. doi:https://doi.org/10.1037/xlm0000200
- Weisberg, S. M., Schinazi, V. R., Newcombe, N. S., Shipley, T. F., & Epstein, R. A. (2014). Variations in cognitive maps: Understanding individual differences in navigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(3), 669–682. doi:https://doi.org/10.1037/a0035261
- Wiener, J. M., & Büchner, S. J. (2009). Taxonomy of human wayfinding tasks: A knowledge-based approach. *Spatial Cognition & Computation*, 9(2), 152-165. doi:https://doi.org/10.1080/13875860902906496
- Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? 138. doi:https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001
- Zhong, J. Y., & Kozhevnikov, M. (2016). Relating allocentric and egocentric survey-based representations to the self-reported use of a navigation strategy of egocentric spatial updating. *Journal of Environmental Psychology* 46, 154-175. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.04.007
- Zilles, D., Lewandowski, M., Vieker, H., Henseler, I., Diekhof, E., Melcher, T., . . . Gruber, O. (2016). Gender Differences in Verbal and Visuospatial Working Memory Performance and Networks. *Neuropsychobiology*, 52-63. doi:10.1159/000443174