

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**

Elaborato finale

**Differenze individuali nel comportamento di esplorazione di
un ambiente virtuale**

Individual differences in exploration behavior in a virtual environment

Relatrice

Prof.ssa Chiara Meneghetti

Laureando: Elia Bianchi

Matricola 2057262

Anno accademico 2023-24

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1 – Esplorazione spaziale	2
1.1 Panoramica teorica.....	2
1.2 Differenze individuali nell’esplorazione spaziale.....	3
1.2.1 Differenze di genere nell’esplorazione spaziale.....	5
Capitolo 2 – Esperimento	7
2.1 Obiettivi	7
2.1.1 Ipotesi.....	8
2.2 Metodo	8
2.2.1 Partecipanti.....	8
2.2.2 Materiali	9
2.2.3 Procedura.....	14
2.3 Risultati.....	15
Capitolo 3 – Discussione	20
3.1 Analisi del comportamento esplorativo	20
3.2 Analisi del disegno della mappa	21
3.3 Limiti	22
3.4 Prospettive future.....	23
3.4.1 Esperimento a prestazione tipica.....	23
3.4.2 Città più ampia	24
3.4.3 Pericolo di perdersi e ferirsi	24
Capitolo 4 – Conclusioni	26
Bibliografia	27

Introduzione

Il presente elaborato indaga il ruolo delle differenze individuali con particolare riferimento al genere in un compito di esplorazione libera di un ambiente virtuale.

Nel primo capitolo viene fornito uno scorcio teorico su ciò che si intende per esplorazione spaziale. Si descrivono le differenze individuali che maggiormente impattano sulle abilità spaziali, citando alcune delle principali ricerche. Ampio spazio viene dato al genere per il suo ruolo centrale nella materia, illustrando le differenze del comportamento esplorativo di uomini e donne.

Nel secondo capitolo viene descritta la conduzione dell'esperimento sul campione selezionato di 237 persone, di cui 87 maschi e 150 femmine. I partecipanti hanno preso parte a tre sessioni sperimentali. Nella prima sono state studiate le inclinazioni visuospatiali personali con l'ausilio del questionario sull'autoefficacia e piacere nell'esplorazione, del questionario sulle abilità comportamentali, emotive e sociali (BESSI, Feraco et al., 2024), del questionario di ansia spaziale (De Beni et al., 2014), e del questionario *object spatial imagery and verbal* (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009). Nella seconda sessione mediante il puzzle immaginativo (Borella et al., 2021) si sono misurate le abilità visuospatiali, e infine, nella terza sessione, è stato analizzato il comportamento esplorativo: dopo una fase di *training* finalizzata a far prendere dimestichezza con il joystick per gli spostamenti nella realtà virtuale, il soggetto è stato inserito in un ambiente cittadino nel quale disponeva della totale libertà di movimento con il compito di apprendere l'ambiente. In seguito gli è stato richiesto di riportare il tutto su una mappa muta.

Nel terzo capitolo vengono illustrati i risultati ottenuti in termini di relazioni tra variabili indagate, e interpretati alla luce della letteratura.

Capitolo 1 – Esplorazione spaziale

1.1 Panoramica teorica

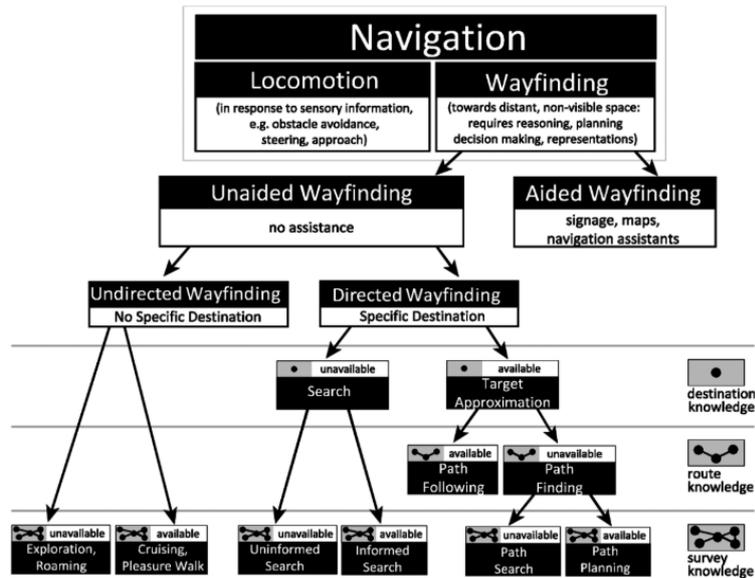
Uno dei comportamenti con cui ogni essere umano si interfaccia nel corso della sua vita è l'esplorazione. Talvolta nasce dalla curiosità e dal piacere esplorativo, talvolta si tratta di una necessità per sopravvivere, ma in ogni caso si può affermare che l'esplorazione di ambienti non conosciuti è al centro dell'esperienza dell'uomo. Infatti la psicologia si è sempre interessata allo studio della tematica: tra i primi ad approfondirla ci fu Edward Tolman (1948), il quale introdusse l'espressione "*mappa cognitiva*" per indicare la rappresentazione mentale appresa che permette a un soggetto di raggiungere una meta.

Con lo sviluppo della disciplina gli studi sul vasto concetto del comportamento esplorativo si sono moltiplicati e differenziati. Una delle più recenti definizioni lo descrive come un processo complesso attraverso il quale si sperimenta uno spazio determinato da un punto di vista egocentrico, basato su informazioni sensomotorie relative alla propria posizione nello spazio, sulle distanze sé-oggetto e sul movimento del sé (Montello, 2005); pertanto si può affermare che l'esplorazione consente di apprendere una serie di punti di riferimento, svolte e cambiamenti di direzione e di memorizzare delle associazioni luogo-azione; implica segnali sensoriali, meccanismi computazionali e rappresentazioni spaziali (Wolbers & Hegarty, 2010).

Negli ultimi anni lo studio dell'esplorazione spaziale si è spostato anche sul mondo virtuale. L'ambiente virtuale viene considerato infatti come una buona approssimazione della realtà fisica (Richardson et al., 1999), soprattutto quando riproduce elementi tridimensionali in condizioni immersive che assomigliano a esperienze sensomotorie della vita reale, con interazione in tempo reale e il senso di "essere lì" (Ruddle et al., 2011).

Tra i numerosi modelli teorici la "Tassonomia dei comportamenti umani di orientamento" proposta da Wiener et al. (2009) è uno dei più evoluti. Ha avuto il merito di risolvere una situazione complicata all'interno della psicologia, dove da un lato con "orientamento" ci si poteva riferire a compiti molto differenti tra loro, dall'altro il medesimo termine necessitava di un chiarimento per le sue componenti complesse.

Figura 1. Modello della tassonomia dei comportamenti umani di orientamento, Wiener et al. (2009)



Come si può visualizzare nella Figura 1 il modello di Wiener et al. (2009) tramite una continua sequenza di suddivisioni sempre più specifiche riesce a categorizzare e definire i numerosi elementi che compongono l'ampio concetto di navigazione. La prima distinzione viene fatta tra la locomozione, intesa come risposta ad informazioni sensoriali, e l'orientamento, legato ad uno spazio anche non visibile che comprende elementi cognitivi, come il ragionamento e la pianificazione del comportamento. Le classificazioni successive riguardano l'assistenza nell'orientamento, che potrebbe avvenire con segnali o mappe, l'eventuale direzione specifica prevista, e la conoscenza del percorso. Nel caso dell'esplorazione, se si utilizzasse questo modello, la si potrebbe definire come una forma di navigazione ad orientamento, senza assistenza e senza specifica destinazione.

1.2 Differenze individuali nell'esplorazione spaziale

Le abilità spaziali che concorrono alle prestazioni nell'esplorazione spaziale di un soggetto sono condizionate dalle differenze individuali. Queste ultime in psicologia si indagano con studi correlazionali, ovvero si utilizza un metodo che prevede la divisione del campione in gruppi a seconda della presenza della variabile che si vuole testare, e si

analizza la correlazione tra la data variabile e i risultati ottenuti con o senza di essa. Questo procedimento serve per comprendere se e in quale grado di significatività una variabile contribuisce a determinate prestazioni. Nel caso delle abilità spaziali, numerose differenze individuali impattano su queste.

L'aspetto emotivo è certamente influente, un umore positivo o delle emozioni piacevoli favoriscono prestazioni più efficaci rispetto a quelle che si avrebbero con uno stato d'animo turbato o ansioso. A titolo di esempio è stato dimostrato che la stimolazione della nostalgia, la quale viene etichettata come un'emozione positiva, può portare ad una riduzione dell'ansia spaziale (Oliver et al., 2024), ad un aumento dell'ambizione e ad un apprendimento spaziale migliore (Redhead et al., 2023).

Anche il senso di autoefficacia, teorizzato come *“la convinzione di un individuo nella propria capacità di eseguire comportamenti necessari per produrre specifici risultati prestazionali”* (Bandura, 1977), è stato più volte dimostrato essere in correlazione con le abilità visuospatiali (Pazzaglia & Meneghetti, 2017; Miola et al., 2021).

Le abilità spaziali vengono influenzate anche da fattori esperienziali. Il volume dell'ippocampo posteriore di un tassista è più sviluppato di quello di un non-tassista, perché correla con la quantità di ore trascorse guidando un taxi; e dato che una sua funzione è immagazzinare rappresentazioni spaziali dell'ambiente, un tassista apprende meglio la città di un non-tassista (Maguire et al., 2000). Altro fattore esperienziale è lo sport: una meta analisi che ha analizzato 24 studi sulla relazione tra abilità visuospatiali e sport ha fatto emergere che chi pratica sport, rispetto a chi non lo pratica o a chi è alle prime armi, ottiene risultati migliori in compiti visuospatiali (Voyer & Jansen, 2017).

1.2.1 Differenze di genere nell'esplorazione spaziale

Nello studio dell'esplorazione spaziale il genere ricopre un ruolo di primo piano, perché è nota la differenza prestazionale tra maschi e femmine, a favore del genere maschile. La meta analisi condotta da Nazareth et al. (2019) afferma che l'aspettativa che gli uomini ottengano punteggi migliori in compiti di apprendimento spaziale si aggiri tra il 62% e il 66%, con picchi sulle prestazioni particolarmente complicate, che richiedono di integrare prospettive egocentriche e allocentriche. Munion et al. (2019) hanno riscontrato migliori prestazioni per i maschi in compiti di richiamo, soprattutto in condizioni allocentriche, ovvero rappresentazioni della mappa dell'ambiente indipendenti dal punto di vista.

Nonostante le numerose ricerche sulla tematica, non c'è unanimità in merito a quanto il genere influenzi effettivamente le prestazioni di esplorazione spaziale. Coluccia e Louse (2004) hanno trovato un vantaggio prestazionale maschile solamente nel 58% degli esperimenti, ipotizzando che l'effetto del genere sia minore di quanto non si creda. Sostengono che *“le differenze di genere nell'orientamento emergono solo quando le attività richiedono un carico elevato di memoria di lavoro visuospatiale”*.

La ragione della differenza di genere nelle prestazioni di esplorazione spaziale non è chiara. La tesi più condivisa afferma che gli uomini ottengano punteggi migliori perché generalmente sviluppano maggiormente le abilità spaziali richieste (Signorella et al., 1989).

Il divario tra maschi e femmine non è meramente quantitativo, bensì anche qualitativo. Il concetto di *rivisitazione* si utilizza per descrivere dei modelli di esplorazione cauti e proclivi a ritornare, più o meno frequentemente, nei luoghi già visitati o conosciuti; a questo si oppone la *diffusione*, intesa come un movimento maggiormente attratto dagli ambienti non conosciuti, sebbene ciò implichi il rischio di perdersi o farsi male. Le femmine, coerentemente con i punteggi di ansia spaziale che generalmente le caratterizzano (Lawton & Kallai, 2002), prediligono comportamenti maggiormente rivisitativi, al contrario gli uomini preferiscono muoversi verso ciò che è nuovo. Queste preferenze sono certamente predittive, probabilmente agendo come variabili di mediazione, della differenza prestazionale del genere relativa all'esplorazione spaziale:

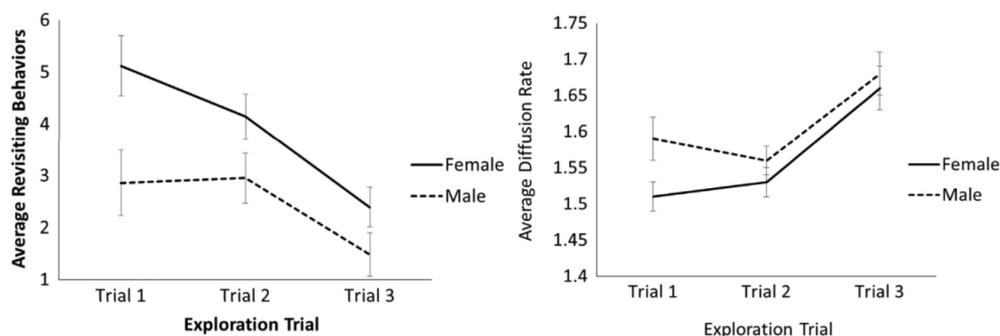
come è emerso in Gagnon et al. (2018) “una maggiore rivisitazione è associata a una peggiore memoria successiva, perché lo spazio verrebbe esplorato in modo meno efficiente ed estensivo”; invece “una maggiore diffusione comporterebbe una migliore memoria spaziale successiva a causa della maggiore estensione dello spazio percorso nel tempo”.

Gagnon et al. (2018) hanno svolto un esperimento in un ambiente virtuale con lo scopo di dimostrare la tendenza femminile a rivisitare e quella maschile a diffondersi nello spazio. Da un punto di partenza comune i partecipanti avevano il compito di trovare tre oggetti; una volta rinvenuto uno di questi, dovevano tornare al punto iniziale e in seguito recarsi nuovamente presso l’oggetto. L’assunto di base è che i comportamenti diffusivi portano alla formazione di una mappa migliore dell’ambiente, di conseguenza chi li attua, una volta rinvenuto un oggetto, farebbe meno errori per tornare al punto di partenza e troverebbe la strada più corta per raggiungere nuovamente l’oggetto.

L’esperimento ha studiato anche l’errore di puntamento: ai partecipanti veniva chiesto di indicare gli oggetti dal punto iniziale come ulteriore indice della precisione della mappa mentale dell’ambiente formatasi.

Le ipotesi dei ricercatori, ovvero che maschi e femmine avrebbero messo in atto comportamenti diversi, gli uomini più inclini a esplorare luoghi sconosciuti e le donne più cautelative, sono stati confermati (vedasi il Grafico 1). Gli uomini hanno fatto meno errori per tornare al punto di partenza, hanno trovato più scorciatoie per raggiungere l’oggetto per la seconda volta e hanno commesso meno errori di puntamento.

Grafico 1. Dati sul comportamento esplorativo di rivisitazione e diffusione distinti in base al genere



Nota 1 I tre *trial* indicano le tre prove svolte, una per ogni oggetto.

Capitolo 2 – Esperimento

2.1 Obiettivi

Lo scopo di questa ricerca è indagare le differenze individuali nel comportamento di esplorazione di un ambiente virtuale. In particolare si focalizza l'attenzione sul genere e sul *senso di autoefficacia e piacere nell'esplorazione*. L'esperimento è suddiviso in tre sessioni: la prima, che è online e richiede di compilare un questionario demografico, un questionario su autoefficacia e piacere nell'esplorazione costruito ad hoc, il questionario sulle abilità comportamentali, emotive e sociali (BESSI, Feraco et al., 2024), il questionario di ansia spaziale (De Beni et al., 2014) e il questionario *object spatial imagery and verbal* (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009). La seconda sessione, condotta in laboratorio, rileva la memoria di lavoro visuospaziale tramite il test del puzzle immaginativo (Borella et al., 2021). Infine nella terza sessione, svolta in un ulteriore laboratorio provvisto di realtà virtuale immersiva, il partecipante viene prima allenato agli spostamenti con il joystick in una fase di *training*, e in seguito ha il compito di esplorare una città virtuale per apprendere l'ambiente. Dispone di cinque minuti di tempo, dopo dei quali gli viene sottoposta una mappa muta dell'ambiente con il compito di disegnarvi ciò che ricorda.

Al fine di conseguire lo scopo del presente studio vengono calcolate le correlazioni tra alcune variabili di interesse. Oltre alle già citate genere e *senso di autoefficacia e piacere nell'esplorazione*, indubbiamente le più importanti, ve ne sono di ulteriori, le quali vengono misurate durante l'esplorazione spaziale della città prevista nel corso della terza sessione. Si tratta delle seguenti: la *lunghezza del percorso*, il *numero di pause*, il *numero dei tagli di strada*, la *quantità dei segmenti di strada visti due volte* e dei *segmenti di strada visti più di due volte*, la *precisione nel riportare gli edifici e le strade nel disegno della mappa* svolto dopo al termine dell'esplorazione.

2.1.1 Ipotesi

I risultati che ci si aspetta di ottenere basandosi sugli esperimenti precedentemente realizzati, in particolare Munion et al. (2019), relativamente al comportamento esplorativo vedono un modello maggiormente diffusivo per gli uomini ed uno con più rivisitazioni per le donne. Ovvero, per quanto riguarda i maschi ci si aspetta che la *lunghezza del percorso* sia maggiore e che vengano effettuati più *tagli di strada*, perché sia che la loro messa in atto sia volta a risparmiare tempo, sia il caso in cui vengano dettati dal piacere nell'esplorazione, sono intrinsecamente legati all'intraprendenza (si può notare un evidente parallelismo tra i *tagli di strada* e ciò che Munion et al. (2019) definiscono "persistenza direzionale"). Per il genere femminile si ipotizza un più alto *numero di pause*, più *segmenti di strada visti due volte*, più *segmenti di strada visti più di due volte*. L'autoefficacia attesa è correlata con gli uomini e indirettamente con il modello diffusivo di esplorazione, quindi con la *lunghezza del percorso* e i *tagli di strada*.

Relativamente al *disegno della mappa* l'aspettativa è di trovare una correlazione con la *lunghezza del percorso*, con i *tagli di strada* e con l'*autoefficacia e piacere nell'esplorazione*.

2.2 Metodo

2.2.1 Partecipanti

All'esperimento hanno partecipato 237 persone, di cui 87 maschi e 150 femmine, con un'età compresa tra i 19 e i 36 anni (si veda la Tabella 1). I partecipanti sono studenti di determinati corsi della scuola di psicologia dell'Università di Padova (Psicologia dell'apprendimento e della memoria del corso di laurea in scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche, Psicologia della personalità e delle differenze individuali del corso di laurea in scienze psicologiche dello sviluppo, della personalità e delle relazioni interpersonali) o di altre facoltà universitarie, o comunque persone reclutate tramite passaparola.

Tabella 1., Campione con informazioni su età, scolarità e genere

Gruppo	Genere				Totale	
	Maschi		Femmine			
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard
Età	21,70	2,29	20,75	1,47	21,09	1,77
Scolarità*	13,48	1,26	12,99	0,72	13,16	0,91

*Per scolarità si intende la somma degli anni di studio a partire dalla prima elementare.

2.2.2 Materiali

2.2.2.1 Sessione 1 – Questionari per rilevare aspetti demografici, preferenze e approcci spaziali

I questionari sono stati implementati con il programma *qualtrics*.

Questionario demografico

Vengono richieste le principali informazioni demografiche dell'individuo. Particolare attenzione si ripone all'aspetto della salute per evitare che chi soffre di mal di macchina si sottoponga all'esperimento. Le altre informazioni sono utili al fine di definire il campione e per eventuali ricerche di correlazioni.

Questionario su autoefficacia e piacere nell'esplorazione – Costruito ad hoc

È composto da 24 item, che rilevano l'autoefficacia (12 item) e il piacere nell'esplorazione (12 item). Viene espressa la propria autovalutazione su una scala likert, da uno ("completamente in disaccordo") a sette ("completamente d'accordo"). Il punteggio viene calcolato sommando le risposte. L'affidabilità del questionario è risultata ottima per il campione in esame, Alpha di Cronbach = 0,94.

Questionario di ansia spaziale - (De Beni et al., 2014)

È formato da 12 item che rilevano l'ansia spaziale in una scala likert, da uno ("pochissima") a cinque ("moltissima"). Il punteggio si calcola sommando le 12 risposte. L'affidabilità del questionario è risultata buona per il campione in esame, Alpha di Cronbach = 0,89.

Object spatial imagery and verbal questionnaire – (Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009)

È un questionario composto da 45 item che rileva la preferenza cognitiva di un individuo nel processare informazioni inerenti la sfera spaziale (15 item), verbale (15 item) o visiva (15 item). La valutazione intercorre tra uno ("assolutamente non vero") e cinque ("molto vero"). L'affidabilità del questionario è risultata buona per il campione in esame, Alpha di Cronbach = 0,80.

In questa sessione è stato compilato anche il questionario sulle abilità comportamentali, emotive e sociali (BESSI, Feraco et al., 2024), ma non viene descritto perché non è oggetto di analisi.

2.2.2.2 Sessione 2 – Misurazione della memoria di lavoro visuospaziale

Puzzle immaginativo (Borella et al., 2021)

Tramite questa prova si valuta la capacità della memoria di lavoro visuospaziale. Su uno schermo viene mostrata una figura per circa 1,5 secondi, in seguito l'elemento viene ripresentato suddiviso a modo di puzzle in vari tasselli; l'obiettivo del partecipante è ricomporlo entro 90 secondi. Dopo una prova d'addestramento al compito, le figure sullo schermo si susseguono con una difficoltà crescente, dal livello uno al livello dieci: i primi livelli sono costituiti da due tasselli da riassemblare, il terzo da tre e così via. Ogni livello comprende due prove. Il test si conclude quando il partecipante sbaglia entrambi i puzzle di un dato livello o quando giunge agli ultimi. Il punteggio si calcola sommando il numero del livello delle ultime tre prove risolte correttamente.

2.2.2.3 Sessione 3 – Esplorazione dell'ambiente virtuale

Fase di training

Una volta condotto il partecipante nel laboratorio *cave*, che tramite tre proiettori permette un campo di visuale orizzontale di 170°, si svolge un breve allenamento per l'acquisizione di familiarità con la realtà virtuale. All'interno di uno spazio ampio corredato di oggetti e forme geometriche tridimensionali il partecipante è libero di spostarsi mediante l'uso di un joystick, finché non ritiene di aver sviluppato una certa familiarità con i comandi. Infatti, oltre alla locomozione, è possibile anche lo spostamento della visuale, sia durante il movimento virtuale, che in un'eventuale fase stazionaria. Lo sviluppo di una relativa familiarità con il joystick è funzionale alla parte successiva dell'esperimento, nella quale i medesimi comandi sono alla base dei movimenti all'interno dell'ambiente virtuale.

Figura 2., Laboratorio cave durante l'esplorazione della città virtuale



Esplorazione della città virtuale

In questa fase viene assegnato al partecipante il compito di esplorazione di una città contenente 19 *landmark* (alimentari, libreria, banca, scuola, poste, museo, fontana, hotel, lunch bar, ospedale, fioreria, gelataio, teatro, pizzeria, edicola, statua, palasport, parco giochi, chiesa) con la richiesta specifica di prestare attenzione a edifici e strade. L'ambiente virtuale della città è stato modellato con *Blender*, per la raccolta dati si è utilizzata la versione 3.5.3 di *Godot engine*. Gli edifici, oltre a una forma e a un'ampiezza analoghe ai corrispettivi reali, sono predisposti con delle insegne riportanti il proprio nome comune. La durata dell'esplorazione è di cinque minuti.

La prestazione di un partecipante viene misurata in base alla *lunghezza del percorso* espressa in metri (considerando che la velocità è di esplorazione è 7 m/s) e al *numero di pause* di almeno tre secondi. Inoltre vengono conteggiati i *tagli di strada*, ovvero le circostanze in cui il partecipante transita in uno spazio extra-stradale, i *segmenti di strada visti due volte* e i *segmenti di strada visti più di due volte*.

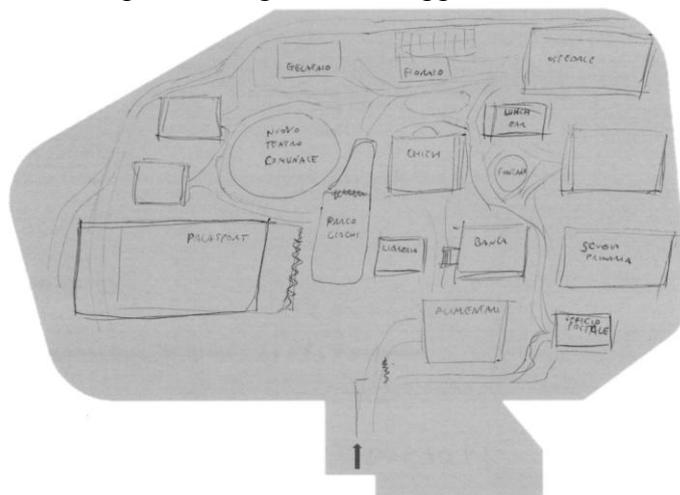
Figura 3., Mappa della città con strade ed edifici



Compito di disegno della mappa

In seguito all'esplorazione il partecipante viene fornito di una mappa spoglia della città esplorata, con il compito di disegnarvi edifici e strade. Non è previsto un tempo massimo entro cui concludere il compito. In questa fase la prestazione del partecipante si valuta in base alla quantità di edifici riportati nel disegno, all'eventuale presenza delle strade, e in base alla precisione nella locazione dei *landmark*. La correzione è stata svolta da tre giudici indipendenti.

Figura 4., Esempio di disegno della mappa



2.2.3 Procedura

Al fine di facilitare la partecipazione all'esperimento e ottimizzare alcuni aspetti organizzativo-logistici, per l'iscrizione è stato adottato uno strumento del sito internet *sona-systems.com*, nel quale l'interessato può direttamente accedere ad un calendario grafico e scegliere una data ed un orario tra quelli disponibili. Il contatto email fornito dal partecipante al momento della registrazione viene utilizzato per inviare allo stesso un promemoria all'avvicinarsi della data dell'esperimento e contestualmente per la condivisione del link per la prima sessione.

- *Prima sessione.* I questionari sono stati compilati con un tempo medio di 20-25 minuti. Con l'utilizzo di alcuni item di controllo nel *questionario sulle abilità comportamentali, emotive e sociali* ci si è accertati dell'effettivo svolgimento attivo della prova.
- *Seconda e terza sessione.* Si sono svolte nei laboratori di psicologia dell'Università di Padova in via Venezia, 8.

All'orario prestabilito lo sperimentatore accoglie il partecipante e lo conduce in un laboratorio provvisto di scrivania e computer. Dopo un breve riscontro in merito allo svolgimento della prima sessione, richiede conferma del consenso informato, già concesso dal partecipante in una fase preliminare alla compilazione dei questionari, dopodiché dà al partecipante le istruzioni relative al *puzzle immaginativo*. Quindi viene svolta la prova di esempio e in seguito l'esperimento. In totale si impiegano circa dieci minuti.

Al termine della prova lo sperimentatore conduce il partecipante nel laboratorio *cave*, dove è presente uno schermo circolare che con l'ausilio di tre proiettori permette un'esperienza virtuale su un campo di visuale orizzontale di 170°. Lo sperimentatore lascia il laboratorio: avvierà le prove da un computer situato in un secondo laboratorio adiacente; da questo momento la comunicazione prosegue con l'utilizzo di un apparato audio, comprensivo di un microfono ambientale nel laboratorio *cave*, un microfono classico nel laboratorio in seconda e relative casse. Lo sperimentatore si accerta che il partecipante non soffra di mal d'auto, aspetto rilevato anche durante le richieste sulle specificità anagrafiche nella prima sessione, e successivamente gli spiega l'utilizzo del joystick per il movimento nello spazio e lo spostamento della visuale. In seguito

si procede alla fase di *training*. Quando il partecipante afferma di aver raggiunto una discreta familiarità con i comandi, lo sperimentatore gli comunica che vedrà una città e gli chiede di esplorare e memorizzare strade ed edifici. Poi avvia la prova. Al termine dei cinque minuti previsti lo sperimentatore torna nel laboratorio *cave* con una mappa muta dell'ambiente cittadino, dando al partecipante il compito di disegnare sulla stessa tutti gli edifici e le strade che ricorda. Dopodiché il partecipante viene accompagnato all'uscita.

La terza sessione richiede nel complesso 20 minuti circa, suddivisi in cinque di familiarizzazione, cinque di esplorazione e dieci di disegno. Nel complesso la parte di laboratorio (seconda e terza sessione) ha una durata di 30 minuti circa per ciascun partecipante.

2.3 Risultati

Sono riportate nella Tabella 2 le medie e deviazioni standard delle variabili di interesse, divise per genere.

Tabella 2., Medie e deviazioni standard delle variabili di interesse divise per genere

	Maschi		Femmine	
	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione Standard
Autoefficacia e piacere nell'esplorazione	101,33	19,62	89,58	22,2
Lunghezza del percorso	1721,92	347,22	1328,68	307,51

Numero di pause	4,71	4,25	9,64	4,82
Tagli di strada	7,54	4,53	5,38	4,34
Segmenti di strada visti due volte	3,94	2,04	3,74	2,49
Segmenti di strada visti più di due volte	2,51	2,14	1,5	1,72
Disegno della mappa	4,47	2,83	3,99	2,5

Di seguito, nella Tabella 3 vengono presentate le correlazioni svolte per analizzare le relazioni tra le variabili.

Tabella 3., Correlazioni tra variabili di interesse

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.Genere								
2.Autoefficacia e piacere nell'esplorazione	-0,25***							
3.Lunghezza del percorso	-0,51***	0,09						
4.Numero di pause	0,46***	-0,08	-0,87***					
5.Tagli di strada	-0,23***	0,06	0,43***	-0,39***				
6.Segmenti di strada visti due volte	-0,04	-0,09	0,35***	-0,34***	0,05			
7.Segmenti di strada visti più di due volte	-0,25***	-0,07	0,49***	-0,37***	0,10	0,04		
8.Disegno della mappa	-0,09	-0,01	0,07	-0,07	0,09	0,08	0,03	

Nota 1 * $p < .05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Nota 2 In riferimento al genere i numeri preceduti dal segno negativo indicano una tendenza maschile. Al contrario i dati positivi denotano una tendenza femminile.

Per quanto riguarda il *genere* si evidenzia una correlazione significativa con la *lunghezza del percorso* dell'esplorazione ($r = -0,51$), per cui gli uomini tendono a percorrere più metri esplorando l'ambiente (1721,91 contro i 1328,68 delle donne). Emerge anche una correlazione con il *numero di pause* ($r = 0,46$), dato indicante che le donne realizzano più pause (9,64 pause in media per le donne, 4,71 per gli uomini). Se ne deduce quindi che per l'apprendimento di un ambiente gli uomini sono più propensi a muoversi, mentre le donne preferiscono di tanto in tanto fermarsi per guardarsi attorno. Sebbene meno marcata, emerge un'ulteriore correlazione tra *genere* e *autoefficacia e piacere nell'esplorazione* ($r = -0,25$), tra *genere* e *tagli di strada* ($r = -0,23$), tra *genere* e *segmenti di strada visti più di due volte* ($r = -0,25$). Invece, per quanto riguarda i *segmenti di strada visti due volte*, la correlazione col *genere* è pressoché assente ($r = 0,04$). Dunque, gli uomini sperimentano un maggiore senso di autoefficacia, tendono più delle donne a tagliare il percorso e a vedere più di due volte gli stessi segmenti di strada.

Per quanto concerne il *disegno della mappa* non si riscontrano correlazioni con le altre variabili, né con la *lunghezza del percorso* ($r = 0,07$), né con i *tagli di strada* ($r = 0,09$), né con il genere maschile ($r = -0,09$).

L'*autoefficacia e piacere nell'esplorazione* non ha rilevato correlazioni significative con la *lunghezza del percorso* ($r = 0,09$), con i *segmenti di strada visti due volte* ($r = -0,09$) e si segnala la totale assenza di correlazione con il *disegno della mappa* ($r = -0,01$).

La correlazione tra *lunghezza del percorso* e *numero di pause* ($r = -0,87$) dimostra che un percorso più lungo implica meno pause. In maniera più specifica nella Tabella 2 si può apprezzare lo scarto a livello numerico: gli uomini in media percorrono 393,24 metri in più di percorso a fronte di 4,93 pause in meno.

In merito ai *tagli di strada* occorre evidenziare una correlazione significativa positiva con la *lunghezza del percorso* ($r = 0,43$) ed un'altrettanto marcata correlazione negativa con il *numero di pause* ($r = -0,39$). Quindi si deduce che i partecipanti più propensi allo

spostamento durante l'esplorazione, e dunque realizzanti meno pause, tendevano a tagliare di più il percorso.

La tabella 2 segnala un'interessante parallelismo sui segmenti di strada più volte visitati: i *segmenti di strada visti due volte* correlano con la *lunghezza del percorso* ($r=0,35$) e con il *numero di pause* ($r=-0,34$); i *segmenti di strada visti più di due volte* correlano con la *lunghezza del percorso* ($r=0,49$) e con il *numero di pause* ($r=-0,37$).

Capitolo 3 – Discussione

La discussione dei risultati viene svolta alla luce delle ipotesi e dei dati della letteratura. In generale l'esperimento ha ottenuto quello che ci si aspettava, ma nello specifico sono emersi anche dati non previsti.

3.1 Analisi del comportamento esplorativo

Le differenze di genere che comportano un'esplorazione maggiormente diffusiva per gli uomini e più propensa alle pause e alla rivisitazione per le donne (Munion et al., 2019) non è emersa in toto: la differenza è significativa per quanto riguarda la *lunghezza del percorso*, i *tagli di strada* e il *numero di pause* ed è stata confermata, ma sulla rivisitazione il dato devia. Infatti per quanto concerne i *segmenti di strada visti due volte* non vi è alcuna correlazione con il genere, per i *segmenti di strada visti più di due volte* la prevalenza è addirittura maschile ($r=-0,25$, vedasi la Tabella 3) . Rispetto a questo risultato si può ipotizzare l'esistenza di un comportamento tipico degli uomini, i quali, al fine di una buona memorizzazione dell'ambiente, tendono a ripercorrere alcuni tratti di strada, o per muoversi verso altri, o per una corretta integrazione delle informazioni apprese, anziché fermarsi come invece preferiscono le femmine. Altrimenti, si potrebbe più verosimilmente supporre che l'ambiente non fosse sufficientemente ampio, e che quindi più il percorso è lungo, maggiormente si ritransita sui medesimi segmenti di strada. Infatti la correlazione dei *segmenti di strada visti due volte* con la *lunghezza del percorso* ($r=0,35$) e con il *numero di pause* ($r=-0,34$) tende ad aumentare vistosamente nei *segmenti di strada visti più di due volte* (con la *lunghezza del percorso* $r=0,49$, con il *numero di pause* $r=-0,37$).

Per quanto riguarda l'*autoefficacia e piacere nell'esplorazione* l'evidente correlazione con il genere maschile ($r=-0,25$), in linea con la letteratura e con quanto previsto, conferma che c'è maggior percezione di competenza da parte dei maschi. Eppure solo in parte l'autoefficacia sembra avere un ruolo nel modello diffusivo di esplorazione, poiché non vi è correlazione significativa con la *lunghezza del percorso* ($r=0,09$) e con i *tagli di strada* ($r=0,06$).

3.2 Analisi del disegno della mappa

Un secondo dato inaspettato riguarda il disegno della mappa. Secondo le ipotesi basate sulla letteratura (Munion et al., 2019) sarebbe emersa una correlazione marcata con il genere maschile, che invece non è stata trovata ($r=-0,09$). Anche la correlazione con i *tagli di strada* non è significativa ($r=0,09$). Del tutto assente, invece, è la correlazione con *l'autoefficacia e piacere nell'esplorazione*, in antitesi alle previsioni. Si può ipotizzare che le tre variabili appena descritte (genere maschile, *tagli di strada*, *autoefficacia e piacere nell'esplorazione*) siano tra loro correlate, anche alla luce della prevalenza di autoefficacia nel campione maschile ($r=-0,25$). Ovvero, nell'eventualità in cui i maschi avessero realizzato migliori disegni della mappa, anche le relazioni tra *disegno della mappa e tagli di strada*, *disegno della mappa e autoefficacia e piacere nell'esplorazione* sarebbero aumentate.

La ragione di questo dato inaspettatamente ribassato può essere indagata secondo varie chiavi di lettura: si potrebbe trattare di un dato veritiero e attendibile, per cui le differenze di genere nella modalità di esplorazione comportano differenze minime nell'apprendimento dell'ambiente (sulla linea teorica di quanto ipotizzato da Coluccia e Louse, 2004), e il ruolo dell'autoefficacia è minore di quanto non si sospettasse; o in alternativa il campione maschile può essere non del tutto tipico e rappresentativo della popolazione, per cui ha ottenuto prestazioni mediamente inferiori. Sarebbe più difficile ritenere che il dato sia conseguenza di variabili mediatrici: tra le poche che si potrebbero identificare c'è l'utilizzo del joystick, il quale non è certamente imputabile del calo della prestazione dei maschi. Un'ulteriore ipotesi, certamente più calzante, è che il compito in questione non fosse abbastanza difficile da far emergere differenze di genere particolarmente marcate: infatti come sostengono Coluccia e Louse (2004) “*le differenze di genere nell'orientamento emergono solo quando le attività richiedono un carico elevato di memoria di lavoro visuospatiale*”.

3.3 Limiti

Nonostante l'assunto di base che l'ambiente virtuale sia una buona approssimazione del mondo reale (Richardson et al., 1999), e che questa è ancor più simile quando presenta entità tridimensionali in condizioni completamente immersive che assomigliano a esperienze sensomotorie di vita reale, con interazione in tempo reale e il senso di "essere lì" (Ruddle et al., 2011), un limite dell'esperimento è il fatto stesso dell'utilizzo della realtà virtuale. Per quanto possa infatti assomigliare al mondo fisico, non è mai possibile simularlo completamente, neanche con i migliori strumenti. Talvolta l'utilizzo massiccio di questi ultimi potrebbe essere controproducente, come quando si tenta, per esempio, di simulare il movimento della testa che si volta a guardare a lato: lo sfondo può essere il più verosimile possibile, con i colori più adatti, e lo spostamento dell'inquadratura sullo schermo può essere fluido e avvenire alla velocità giusta, ma il corpo del soggetto che sta utilizzando il joystick proverà comunque una sensazione di non coerenza, per via del fatto che la sua testa non si sta effettivamente voltando. Quando quella sensazione viene troppo sollecitata, può emergere la nausea o il mal di macchina.

Il presente esperimento ha avuto la fortuna di avere a sua disposizione alcuni degli strumenti più all'avanguardia, già descritti nei precedenti capitoli, eppure rimarrebbe d'interesse il confronto con la realtà fisica. Un futuro esperimento potrebbe riproporre una realtà fisica esistente nell'ambiente virtuale e analizzare su due campioni separati le differenze relative all'apprendimento spaziale, soprattutto in termini di genere e senso di autoefficacia. Nel caso ci fosse corrispondenza, l'ambiente virtuale diverrebbe ancor più credibile di quanto già non lo sia; in caso contrario i dati misurati sulla realtà fisica potrebbero compensare quelli della realtà virtuale. Per esempio, nel presente esperimento si potrebbe ipotizzare che le aspettative disattese, come un *disegno della mappa* più accurato tra gli uomini, nella realtà fisica sarebbe più facilmente ottenibile.

3.4 Prospettive future

Per la psicologia del futuro sarà fondamentale approfondire lo studio dell'esplorazione spaziale da punti di vista e orizzonti innovativi. Lo stesso esperimento appena presentato può fornire vari slanci per le prossime frontiere teorico-pratiche.

3.4.1 Esperimento a prestazione tipica

Un'idea potrebbe essere quella dello studio della prestazione tipica, anziché della prestazione massima, nei comportamenti esplorativi. Infatti la gran parte degli studi oggi rende consapevoli i partecipanti di quello che è il loro compito, che viene usualmente esplicitato. Per fare un esempio, nell'esperimento in questione il partecipante era a conoscenza del fatto che gli sperimentatori volessero misurare le sue abilità spaziali, in quanto in ben tre circostanze il fatto era emerso: durante il reclutamento, al momento di fornire le indicazioni sull'esperimento; all'inizio della prima sessione svoltasi online; quando sono state date le istruzioni prima di vedere la città virtuale. Di conseguenza è molto probabile che il partecipante si sia adoperato per realizzare la miglior prestazione possibile; potrebbe essere accaduto per non sfigurare davanti agli sperimentatori, o perché alcuni conoscenti avrebbero partecipato al medesimo esperimento e voleva essere competitivo con loro, o per puro senso di sfida verso se stesso. Ma per comprendere fino in fondo le abilità spaziali occorre studiarle nella vastità delle loro condizioni, per cui per un ricercatore presto potrebbe divenire stimolante, se non addirittura impellente, approfondire il comportamento spaziale in condizioni di non competizione, ovvero nella dimensione di prestazione tipica. Le soluzioni per poterlo fare sono molteplici: si potrebbe organizzare un esperimento con vari compiti competitivi sui videogiochi e in momento catartico o di pausa avanzare una richiesta semplice, dissimulando che si tratti di un compito spaziale; ad esempio si potrebbe chiedere di raggiungere un luogo in una città del videogioco sottolineando di poterlo fare "con calma" o "per riprendere fiato"; oppure si potrebbe dividere un esperimento in due luoghi distinti di un edificio o di una città, dove il secondo non è facile da raggiungere, fornendo dopo la prima sessione un'indicazione al partecipante sul luogo in cui recarsi. Gli esperimenti a prestazione tipica diverrebbero

particolarmente interessanti per il confronto dei risultati con quelli svolti sino ad ora a prestazione massima: si riscontrerebbe ancora una differenza di genere? E se sì, sarebbe accentuata o diminuita? Perché, se è vero che gli uomini sono più competitivi e le donne più spinte da obiettivi personali (Gill, 1986), diviene molto intrigante sapere se la differenza prestazionale di genere si preserverebbe in assenza di condizioni competitive.

3.4.2 Città più ampia

Ulteriore tematica da approfondire è quello del *disegno della mappa*. Assumendo per vera l'ipotesi ventilata pochi paragrafi fa secondo la quale nel *disegno della mappa* del presente esperimento non ci sia stata una migliore prestazione maschile per una mancanza di difficoltà del compito, risulterebbe importante approfondire la questione. Ad esempio, se si ripetesse il medesimo esperimento su una città molto più ampia e impossibile da apprendere in toto con cinque minuti di tempo, emergerebbe un *disegno della mappa* più dettagliato da parte del campione maschile? E come si altererebbero le altre variabili e le conseguenti correlazioni?

3.4.3 Pericolo di perdersi e ferirsi

Non meno importante è l'approfondimento dello studio inerente ai concetti di rivisitazione e diffusione. Come evidenziano da Gagnon et al. (2018) il comportamento di rivisitazione trova la sua ragion d'essere nel fatto che l'esplorazione di luoghi sconosciuti può comportare il rischio di perdersi o di infortunarsi. Per il proprio esperimento, anch'esso svoltosi in una realtà virtuale, Gagnon et al. (2018) si sono mossi presumendo che, sebbene non esistessero pericoli fisici, i comportamenti rivisitativi si sarebbero comunque rivelati. Che l'intuizione sia stata corretta lo hanno dimostrato i risultati ottenuti, e lo hanno confermato gli esiti del presente esperimento, alla cui base vi era la medesima supposizione: infatti il campione femminile è stato più incline alle pause (in merito alla mancata correlazione tra donne e *segmenti di strada visti due volte* e *segmenti di strada visti più di due volte* si rimanda alle analisi del

precedente capitolo) e certamente ha messo in atto meno comportamenti diffusivi del corrispettivo maschile. Eppure, per andare più in profondità su tali questioni, sarebbe opportuno inserire realmente delle componenti di pericolo. Una replica dell'esperimento trattato potrebbe includere la possibilità di ferirsi vagando per la città a causa di alcuni elementi che possono recar danno (altre persone, automobili, oggetti per terra o trappole generiche non visibili). Altrimenti, si potrebbe unire il pericolo all'idea accennata nel paragrafo precedente di una città molto più ampia: in tal caso si porrebbe in essere anche l'eventualità di perdersi e lo studio dell'impatto di queste componenti sui comportamenti rivisitativi, che probabilmente aumenterebbero, sarebbe più esaustivo.

Capitolo 4 – Conclusioni

Le abilità spaziali ricoprono un ruolo particolarmente importante nella vita dell'uomo e per tale motivo la ricerca in questo settore si rivelerà particolarmente utile. Tra le conoscenze sviluppate dalla disciplina il presente elaborato si è concentrato su alcune differenze individuali, in particolar modo sul genere, studiandole in un campione di 237 persone giovani (l'età media è di 21,09 anni) in un ambiente virtuale.

Lo studio delle variabili di interesse si è dimostrato prevalentemente in linea con le precedenti ricerche. La differenza di genere per quanto concerne le abilità spaziali è emersa notevolmente e i dati ottenuti confermano che nell'esplorazione gli uomini seguono un modello diffusivo e le donne un modello rivisitativo. Ciononostante rimane cruciale approfondire la capacità di formarsi una mappa dell'ambiente, perché nel presente esperimento non si è riscontrata la migliore prestazione maschile attesa.

Per quanto riguarda l'autoefficacia si ha dato riprova del suo ruolo nelle abilità spaziali, in particolar modo per l'evidenziata lieve correlazione con il genere. Certamente anche questo costrutto andrebbe indagato maggiormente, perché non sono emerse correlazioni con le altre variabili.

A partire dall'esperimento svolto sono stati delineate alcune prospettive che occorrerà considerare per lo sviluppo futuro della disciplina.

Bibliografia

*Voci bibliografiche non direttamente consultate

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.*

Blazhenkova, O., & Kozhevnikov, M. (2009). The new object-spatial-verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 23(5), 638-663.

Borella, E., Carbone, E., De Beni, R., Miola, L., Vincenzi, M., Sella, E., Madonna, J.C. (2021). *Lab-I: potenziamento della memoria e invecchiamento attivo*. Giunti Psychometrics.

Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of environmental psychology*, 24(3), 329-340.

De Beni, R., Meneghetti, C., Fiore, F., Gava, L., & Borella, E. (2014). Batteria VS. Abilità visuo-spaziali nell'arco di vita adulta [VS Battery. Visuo-spatial abilities in adults life span].

Feraco, T., Casali, N., Pellegrino, G., Soto, C. J., Napolitano, C. M., Carretti, B., & Meneghetti, C. (2024). The Italian Behavioral, Emotional, and Social Skills Inventory (BESSI-I). *Journal of Personality Assessment*, 1-15.

Gagnon, K. T., Thomas, B. J., Munion, A., Creem-Regehr, S. H., Cashdan, E. A., & Stefanucci, J. K. (2018). Not all those who wander are lost: Spatial exploration patterns and their relationship to gender and spatial memory. *Cognition*, 180, 108-117.

Gill, D.L. (1986). Competitiveness among females and males in physical activity classes. *Sex Roles* 15, 233–247.

Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398-4403.

Meneghetti, C., Miola, L., Feraco, T., Muffato, V., & Miola, T. F. (2022). Individual differences in navigation: an introductory overview. *Prime archives in psychology*, 1-52.

Miola, L., Meneghetti, C., Toffalini, E., & Pazzaglia, F. (2021). *Environmental learning in a virtual environment: Do gender, spatial self-efficacy, and visuospatial abilities matter?*. *Journal of Environmental Psychology*, 78, 101704.

Lawton, C. A., & Kallai, J. (2002). Gender differences in wayfinding strategies and anxiety about wayfinding: A cross-cultural comparison. *Sex roles*, 47, 389-401.

Montello DR. Navigation. In P. Shah, & A. Miyake (Eds.), (2005). *The Cambridge handbook of visuospatial thinking*. Cambridge: Cambridge University Press; 257–294.*

Munion, A. K., Stefanucci, J. K., Rovira, E., Squire, P., & Hendricks, M. (2019). Gender differences in spatial navigation: Characterizing wayfinding behaviors. *Psychonomic bulletin & review*, 26, 1933-1940.

Nazareth A, Huang X, Voyer D, Newcombe N. (2019). A metaanalysis of sex differences in human navigation skills. *Psychonomic Bulletin & Review*; 26: 1503–1528.*

Oliver, A., Wildschut, T., Sedikides, C., Parker, M. O., Wood, A. P., & Redhead, E. S. (2024). Nostalgia assuages spatial anxiety. *Journal of Experimental Social Psychology*, 112, 104586.

Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2017). Acquiring spatial knowledge from different sources and perspectives: Abilities, strategies and representations. In *Representations in mind and world* (pp. 120-134). Routledge.*

Redhead, E. S., Wildschut, T., Oliver, A., Parker, M. O., Wood, A. P., & Sedikides, C. (2023). Nostalgia enhances route learning in a virtual environment. *Cognition and Emotion*, 37(4), 617-632.

Richardson AE, Montello DR, Hegarty M. (1999): Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition*; 27: 741–750.*

Ruddle RA, Volkova E, Bühlhoff HH. (2011). Walking improves your cognitive map in environments that are large-scale and large in extent. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*; 18: 1–20.*

Signorella, M. L., Jamison, W., & Krupa, M. H. (1989). Predicting spatial performance from gender stereotyping in activity preferences and in self-concept. *Developmental Psychology*, 25(1), 89–95.*

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189–208. *

Voyer, D., & Jansen, P. (2017). Motor expertise and performance in spatial tasks: A meta-analysis. *Human Movement Science*, 54, 110-124.*

Wiener, J. M., Büchner, S. J., & Hölscher, C. (2009). Taxonomy of human wayfinding tasks: A knowledge-based approach. *Spatial Cognition & Computation*, 9(2), 152-165.*

Wolbers T, Hegarty M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*; 14: 138–146.*