



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Scienze Psicologiche Cognitive e Psicobiologiche

Elaborato finale

**Navigazione in ambiente virtuale: uno studio sulle differenze di genere nelle
modalità di esplorazione**

Navigation in a virtual environment: a study on gender differences in exploration modes

Relatrice

Prof.essa Veronica Muffato

Laureanda: Emma Monaci

Matricola: 2047936

Anno Accademico 2023-2024

INDICE

INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO 1. DIFFERENZE DI GENERE NELL'ESPLORAZIONE DI UN AMBIENTE	6
1.1 COGNIZIONE SPAZIALE E NAVIGAZIONE	6
1.2 NAVIGAZIONE E DIFFERENZE DI GENERE.....	9
1.3 ESPLORAZIONE LIBERA E APPRENDIMENTO DI UN AMBIENTE	12
1.4 IL RUOLO DELLE DIFFERENZE DI GENERE NELLE MODALITÀ DI ESPLORAZIONE.....	14
CAPITOLO 2. LO STUDIO.....	18
2.1 OBIETTIVI	18
2.1.1 IPOTESI	18
2.2. METODO	19
2.2.1 PARTECIPANTI.....	19
2.2.2 MATERIALI.....	20
2.2.3 PROCEDURA	27
2.3 RISULTATI.....	28
2.3.1 DIFFERENZE DI GENERE NELLE MODALITÀ DI ESPLORAZIONE DI UN AMBIENTE VIRTUALE	28
2.3.2 CONFRONTO DELLE PRESTAZIONI NEL COMPITO DI DISEGNO DI MAPPA.....	29
CAPITOLO 3. DISCUSSIONE.....	31
3.1 DIFFERENZE DI GENERE NEL COMPORTAMENTO DI ESPLORAZIONE.....	31
3.2 DIFFERENZE DI GENERE NELLA PRESTAZIONE AD UN COMPITO DI DISEGNO DI MAPPA	32
3.3 LIMITI E PROSPETTIVE FUTURE	33
CAPITOLO 4. CONCLUSIONI.....	35
BIBLIOGRAFIA	37

INTRODUZIONE

La cognizione spaziale rappresenta un ambito di studio cruciale nella psicologia cognitiva. Questo campo di ricerca pone l'accento sul modo in cui gli individui percepiscono ed interagiscono con l'ambiente circostante, formando una rappresentazione mentale dello stesso che ne guida la navigazione e l'orientamento (Wolbers & Hegarty, 2010). La maggior parte degli studi si focalizza sul processo di apprendimento ambientale in condizioni di navigazione guidata, riscontrando notevoli differenze di genere (Nazareth et al., 2019).

È invece carente la comprensione di come le persone si muovano ed acquisiscano informazioni relative allo spazio che le circonda quando sono libere di esplorarlo. Il presente studio si propone di indagare questo aspetto, focalizzandosi su come il genere influenzi il comportamento di esplorazione e l'acquisizione di una conoscenza *survey* dell'ambiente.

Nel primo capitolo vengono introdotti i concetti di navigazione e rappresentazione spaziale, descrivendo i compiti impiegati nella valutazione di diverse tipologie di conoscenza ambientale, per poi soffermarsi sulle differenze di genere riscontrabili nelle strategie di orientamento e nell'abilità di navigazione. Successivamente viene definito il concetto di esplorazione libera, per poi analizzare le implicazioni di questa modalità di apprendimento sulla formazione di rappresentazioni spaziali. Infine, vengono approfondite le differenze di genere nel comportamento di navigazione libera, esaminando come uomini e donne differiscano nei *pattern* di esplorazione di un ambiente.

Nel secondo capitolo vengono delineati gli obiettivi della ricerca e le ipotesi di partenza, passando poi alla descrizione dei partecipanti, dei materiali impiegati e della procedura sperimentale. Il campione era composto da 234 partecipanti (147 donne e 87 uomini) di età compresa tra i 19 e i 36 anni; ho raccolto personalmente i dati di circa un terzo di questi. La sperimentazione si è svolta in due sessioni: la prima consisteva nella compilazione autonoma di un questionario online, che indagava vari aspetti tra cui piacere e autoefficacia nell'esplorazione, il livello di ansia spaziale e le tendenze cognitive individuali nella modalità di elaborazione delle informazioni spaziali. La seconda

sessione sperimentale si è svolta in CAVE, e consisteva nell'esplorazione libera di una città virtuale, il cui livello di apprendimento è stato successivamente testato attraverso un compito di disegno di mappa.

Nel terzo capitolo vengono esposti e discussi i risultati ottenuti, approfondendo possibili spiegazioni ed implicazioni in riferimento alla letteratura scientifica. Infine, vengono individuati i limiti del presente studio e forniti dei possibili spunti per delle future ricerche.

Nel quarto capitolo sono presentate le conclusioni.

CAPITOLO 1. Differenze di genere nell'esplorazione di un ambiente

1.1 Cognizione spaziale e navigazione

Nella vita quotidiana, sia gli esseri umani che gli animali si muovono continuamente, sviluppando rappresentazioni mentali dello spazio circostante e acquisendo informazioni riguardanti la propria posizione all'interno di esso. Muoversi efficacemente nell'ambiente richiede di ricordare la posizione di luoghi e oggetti, ripercorrere percorsi appresi in precedenza, e individuare itinerari alternativi (De Beni et al., 2008). La Navigazione rappresenta una delle modalità principali attraverso cui gli individui possono apprendere e successivamente recuperare informazioni sull'ambiente circostante, dimostrando così l'importanza cruciale di questa abilità nel contesto della vita di tutti i giorni.

La Navigazione può essere definita come l'abilità di muoversi in modo coordinato e finalizzato all'interno dell'ambiente (Montello, 2005). Si tratta di un'abilità complessa, che coinvolge tutta una serie di processi cognitivi, come la percezione di informazioni spaziali sensorimotorie, la creazione di rappresentazioni spaziali e il loro mantenimento in memoria a breve e lungo termine, e la capacità di manipolare queste rappresentazioni per guidare il comportamento di navigazione spaziale stesso (Wolbers & Hegarty, 2010).

Il primo contributo teorico circa l'esistenza di rappresentazioni mentali dello spazio deriva da Tolman (1948), che studiò il comportamento di apprendimento ambientale nei ratti, osservando come questi fossero in grado di apprendere i percorsi di un labirinto formandosi una "mappa cognitiva" dello stesso.

Le mappe cognitive, tuttavia, sono delle rappresentazioni dell'ambiente, e in quanto tali non sono perfettamente fedeli alla realtà, e passibili di distorsioni. Secondo Passini (1984) sarebbe più corretto parlare di *cognitive mapping*: un processo rappresentativo in costante evoluzione, e sempre dipendente dallo scopo per cui si rende necessario.

Le rappresentazioni spaziali si suddividono principalmente in due categorie: la rappresentazione “*survey*” e la rappresentazione “*route*”. La rappresentazione *route* si basa sull’identificazione dei *landmark*, ovvero i punti di riferimento significativi, e dei percorsi che li collegano. La rappresentazione “*survey*”, più complessa, si fonda sulle relazioni spaziali esistenti tra i vari *landmark*, mantenendo le loro relative posizioni all’interno dello spazio. Questa tipologia di rappresentazione offre quindi una visione globale e integrata dell’ambiente circostante, mentre la rappresentazione di tipo *route* enfatizza la sequenza dei movimenti necessari per transitare da un punto all’altro (Tversky, 2003).

I fattori che contribuiscono a determinare la tipologia di mappa mentale che si forma sono molteplici. Tra questi, un ruolo cruciale è svolto dalle caratteristiche dell’ambiente (Denis et al., 1999; Pazzaglia, 2000).

Inoltre, anche la modalità di apprendimento incide significativamente sulla formazione delle mappe mentali. Per esempio, in uno studio di Thorndyke e Hayes-Roth (1982) è stato messo in evidenza come l’apprendimento di un ambiente attraverso lo studio di una mappa determini una migliore stima delle distanze in linea d’aria, mentre l’apprendimento acquisito tramite l’esperienza diretta del percorso porti a stime più precise riguardo la lunghezza effettiva del tragitto.

Infine, esistono notevoli differenze individuali nella costruzione di rappresentazioni mentali dello spazio. Pazzaglia, Cornoldi e De Beni (2000) hanno sviluppato un questionario di autovalutazione del senso dell’orientamento e della rappresentazione spaziale, concludendo che alcune persone hanno uno stile di rappresentazione di tipo *landmark*, in cui i punti di riferimento vengono codificati verbalmente o attraverso il riconoscimento di caratteristiche visive dell’ambiente. Altri invece mostrano una tendenza a formare rappresentazioni di tipo *route*, basandosi sull’apprendimento dei percorsi e mantenendo una prospettiva egocentrica. Infine, alcuni individui prediligono uno stile di rappresentazione *survey*, adottando una prospettiva allocentrica e facendo maggiormente riferimento a coordinate esterne, come i punti cardinali.

Vista l'ampia variabilità individuale, sono stati messi a punto diversi tipi di compiti per valutare il tipo di rappresentazione che si forma in seguito all'apprendimento spaziale. Alcuni di questi sono impiegati per esaminare la conoscenza *landmark*, ad esempio compiti di richiamo o di riconoscimento dei *landmark*. Altri tipi di *task* analizzano la conoscenza *route*, e richiedono di assumere una prospettiva egocentrica, come ad esempio ripercorrere un itinerario precedentemente appreso, o ricordare i *landmark* nell'ordine in cui si sono incontrati durante la navigazione. Esistono poi dei *task* utilizzati per valutare la conoscenza *survey*, tra questi, il disegno di mappa è sicuramente uno dei più utilizzati, poiché richiede di collocare correttamente i *landmark* rispettando anche le relazioni spaziali che intercorrono tra di essi (Muffato et al., 2023).

Infine, alcuni tipi di *task* valutano la flessibilità nel passare da un tipo di rappresentazione ad un'altra, ad esempio compiti di stima di distanza, in cui è necessario effettuare una valutazione della distanza che separa due punti di riferimento; e di indicazione di direzione, nei quali i partecipanti devono indicare la posizione di *landmark* non visibili (Meneghetti et al., 2022)

La navigazione è un processo complesso, che può essere distinto in due sottocomponenti (Montello, 2005): una componente di locomozione, che fa riferimento alle informazioni sensoriali per dirigere i nostri movimenti senza che siamo consapevoli dei meccanismi ad essi sottostanti; e il *wayfinding*, ovvero la componente di orientamento, che implica un'attività deliberata che mettiamo in atto quando dobbiamo affrontare situazioni che richiedono una competenza spaziale, come la pianificazione un percorso o la ricerca di una scorciatoia, e coinvolge le capacità di rappresentazione mentale, pianificazione e *decision making*.

Lawton (1994, 1996) ha messo in evidenza due tipologie di strategie impiegate nei compiti di *wayfinding*: la prima, definita strategia di percorso o *route strategy*, si concentra sulle conoscenze circa il percorso, come le istruzioni verbali su quando e dove cambiare direzione. La seconda, denominata *orientation strategy*, si basa sulle conoscenze *survey*, e fa quindi riferimento alle informazioni apprese circa la configurazione globale dell'ambiente e predilige indicatori spaziali stabili come i punti cardinali o la posizione del sole.

La preferenza per una certa strategia è una delle fonti di variabilità individuale nell'abilità di Navigazione (Meneghetti et al., 2022). I due tipi di strategie determinano prestazioni equiparabili nella maggior parte dei compiti di orientamento, ma non in tutti. I soggetti *survey* sono più abili in compiti di indicazione di direzione, ed in generale l'*orientation strategy* si rivela maggiormente efficace in situazioni in cui ci sono deviazioni di percorso, oppure un *landmark* viene modificato (Lawton, 1996). In accordo con questo dato, individui che utilizzano strategie di orientamento riportano minori livelli di ansia spaziale (Lawton, 1994, 1996).

In breve, le differenze individuali nella formazione di rappresentazioni mentali dello spazio e nell'utilizzo preferenziale di specifiche strategie di *wayfinding* hanno implicazioni significative sull'abilità di navigazione e sull'orientamento spaziale. Nel prossimo paragrafo verrà approfondito come il genere possa costituire un'ulteriore fonte di variabilità, esplorando come uomini e donne differiscano nelle capacità di orientamento spaziale.

1.2 Navigazione e differenze di genere

Secondo il senso comune, gli uomini sono generalmente considerati più abili nell'orientamento rispetto alle donne. Nonostante questa sia una percezione radicata in stereotipi culturali, sono state effettivamente riscontrate delle differenze di genere significative nell'abilità di navigazione spaziale. Numerosi studi dimostrano che uomini e donne differiscono nell'utilizzo di specifiche strategie di *wayfinding*: sia in ambienti esterni che interni, gli uomini tendono a prediligere una strategia di orientamento, al contrario le donne utilizzano più spesso una strategia di tipo *route*, e riportano maggiori livelli di ansia spaziale (Lawton, 1994, 1996). Risultati analoghi sono stati ottenuti dallo studio di Pazzaglia et al. (2000) il quale ha messo in evidenza che gli uomini hanno una maggiore predisposizione a formare delle rappresentazioni di tipo "*survey*" rispetto alle donne. Inoltre, è stato riscontrato che gli uomini fanno generalmente più affidamento su riferimenti estrinseci, come i punti cardinali, e riferiscono una migliore autovalutazione del proprio senso dell'orientamento.

In breve, esistono differenze di genere significative sia nelle modalità di rappresentazione dello spazio, sia nelle strategie adottate durante la Navigazione, e queste differenze si riflettono sulla prestazione in diversi compiti di orientamento.

Le ricerche che hanno effettuato un confronto tra le prestazioni a diversi compiti di Navigazione e apprendimento ambientale in base al genere sono molteplici, e hanno spesso prodotto risultati contrastanti: Coluccia e Louse (2004) hanno confrontato i risultati di diversi studi, rilevando come in circa metà dei casi (49.28%) sia stata osservata una superiorità maschile nelle prestazioni a compiti di tipo spaziale, mentre i casi in cui le donne superano gli uomini in termini di prestazioni sono molto rari. Tuttavia, una percentuale consistente di studi (40.58%) non rileva differenze di genere nella performance dei partecipanti.

Un fattore che modula queste differenze di genere è la modalità di apprendimento: quando l'apprendimento avviene attraverso l'esperienza diretta dell'ambiente, si osserva una maggiore disparità tra le prestazioni maschili e femminili rispetto a quando l'apprendimento avviene tramite lo studio di una mappa, che offre una prospettiva *survey* (Montello et al., 1999). Questo potrebbe essere dovuto al fatto che mentre gli uomini tendono a prediligere una modalità di rappresentazione *survey* indipendentemente dalla prospettiva in cui apprendono l'ambiente, le donne mostrano una maggiore congruenza tra la prospettiva in cui avviene l'apprendimento (*route* o *survey*) e la rappresentazione spaziale che formano (Perrig & Kintsch, 1985). È quindi possibile ipotizzare che anche in ambienti più ecologici, gli uomini siano più abili nel passare da una prospettiva di tipo *route* a una di tipo *survey*, mentre le donne tendono ad essere più influenzate dalla prospettiva di apprendimento (Sandstrom et al., 1998).

Un ulteriore fattore modulatore è costituito dal tipo di compito (Coluccia & Louse, 2004): in compiti di indicazione di direzione, la prestazione degli uomini supera quella delle donne nel 64.29% dei casi, mentre in solo il 35.71% degli studi è stata rilevata una performance equiparabile tra i due sessi. Risultati simili si osservano per i compiti di *wayfinding*, mentre per quanto riguarda il disegno di mappe le prestazioni sono quantitativamente simili per uomini e donne, è tuttavia interessante notare

come gli uomini siano più accurati nel riportare i percorsi, mentre le donne nell'indicazione dei *landmark*.

Nei compiti in cui è richiesta una stima delle distanze, invece, le differenze di genere nella performance sono meno marcate, nella maggior parte dei casi (71.43%) non si osserva alcuna differenza significativa.

Una più recente metanalisi di Nazareth et al. (2019) ha rilevato un *effect size* da piccolo a medio ($d = 0.34$ to 0.38) delle differenze di genere sulle prestazioni a compiti di tipo spaziale. Lo studio rileva diversi fattori che modulano l'effetto delle differenze di genere, tra cui il tipo di *task* utilizzato per valutare l'abilità di navigazione: in particolare, in compiti di richiamo e di *pointing* si osservavano differenze di genere più marcate rispetto a compiti di stima di distanza, di apprendimento e di navigazione secondo istruzioni verbali.

Un secondo fattore modulatore emerso dall'analisi è la misura adottata per stimare la prestazione (*outcome measure*). In questo caso, la maggiore disparità di genere si osservava prendendo in considerazione come misura i gradi di deviazione.

Un indice che si è rivelato un moderatore significativo per quanto riguarda compiti di *pointing* e di navigazione secondo istruzioni verbali è la *route direction*, ossia la direzione in cui il *task* richiede di percorrere l'itinerario. Ciò potrebbe essere indicativo di differenze nella flessibilità delle strategie messe in atto da uomini e donne: individui che fanno molto affidamento su una sequenza rigida di indicazioni potrebbero avere prestazioni migliori se il *task* richiede di percorrere l'itinerario nella stessa direzione in cui è stato percorso in fase di apprendimento.

Timing condition è un ulteriore fattore modulatore individuato dallo studio: tranne che nel caso della navigazione secondo istruzioni verbali, gli uomini mostravano un vantaggio maggiore nelle prestazioni quando il compito doveva essere svolto in un lasso di tempo predefinito. In effetti, gli uomini riportano minori livelli di ansia spaziale rispetto alle donne (Lawton, 1994), e tendono a valutare più positivamente il proprio senso dell'orientamento (Pazzaglia et al., 2000), per questo, potrebbero essere meno influenzati dall'imposizione di vincoli temporali rispetto alle donne.

Per quanto riguarda il tipo di ambiente, un maggiore effetto delle differenze di genere sulle prestazioni è emerso in studi in cui il setting era costituito da un mix di caratteristiche *indoor* e *outdoor*. Ciò potrebbe suggerire che le donne hanno più difficoltà ad alternare strategie di orientamento egocentriche ed allocentriche.

Riassumendo, in letteratura sono state riscontrate numerose evidenze del fatto che il genere possa essere considerato un predittore dell'esito dell'apprendimento ambientale. Tuttavia, la maggior parte degli studi si è focalizzata su come le persone apprendono un percorso predefinito, un approccio poco ecologico, poiché nella vita di tutti i giorni, l'ambiente viene appreso attraverso un'esplorazione libera.

1.3 Esplorazione libera e apprendimento di un ambiente

Nella quotidianità, le persone interagiscono con l'ambiente circostante in modo naturale e istintivo: esplorare rappresenta una componente fondamentale e innata del comportamento umano, nonostante ciò, la comprensione di come l'esplorazione libera influenzi la percezione e la cognizione spaziale è ancora limitata.

Ci sono evidenze del fatto che l'esplorazione attiva di un nuovo ambiente determini un migliore apprendimento ambientale rispetto ad una condizione di apprendimento passivo (Péruch et al., 1995). Chrastil e Warren (2014) si sono interrogati rispetto a quale fosse il tipo di conoscenza spaziale che si forma spontaneamente durante l'esplorazione libera di un ambiente. Lo studio ha evidenziato come durante la fase di test i partecipanti seguissero itinerari verso le destinazioni *target* che non erano stati percorsi durante la fase di apprendimento; inoltre, mostravano di prediligere percorsi più brevi in termini di distanza metrica rispetto al *target*, piuttosto che percorsi topologicamente equivalenti ma più lunghi. È pertanto possibile escludere l'ipotesi che la conoscenza spaziale che si forma a seguito di un'esplorazione libera sia puramente topologica, o di tipo *route*: gli autori affermano si tratti invece di una struttura di tipo *graph*, che si configura come una rete di connessioni topologiche tra *landmark*, integrata con informazioni circa le distanze metriche che intercorrono tra di essi. Un successivo studio

dimostra come la componente di *decision making* sia essenziale nel processo di apprendimento attivo di conoscenze spaziali di tipo topologico e *graph* (Chrastil & Warren, 2015), evidenziando come i partecipanti che avevano la possibilità di esplorare liberamente l'ambiente, prendendo decisioni sui percorsi da seguire durante la fase di apprendimento, avevano *performance* migliori nella fase di test. L'influenza della componente di *decision making* sull'apprendimento ambientale è stata riscontrata anche nei bambini: Hazen (1982) ha osservato che i bambini che erano stati lasciati liberi di esplorare una casetta da gioco erano più abili nell'invertire dei percorsi e nel trovare nuove scorciatoie rispetto ai bambini che erano stati guidati dai genitori. Lo studio suggerisce inoltre che l'abilità di *cognitive mapping* potrebbe essere influenzata dalla misura in cui i bambini esplorano attivamente o passivamente gli ambienti.

È utile approfondire dunque le implicazioni dell'esplorazione libera sulla formazione delle rappresentazioni spaziali. Brunec e colleghi (2023) hanno analizzato i pattern di esplorazione di un ambiente virtuale, tenendo in considerazione varie misure tra cui la *roaming entropy*, lo spostamento dal punto di partenza, e l'estensione dell'esplorazione. Un aspetto che è stato riscontrato influenzare sia il comportamento esploratorio che l'accuratezza della mappa cognitiva che successivamente era formata è la struttura dell'ambiente: in particolare, gli autori hanno messo in evidenza come i partecipanti che si concentravano maggiormente sull'esplorazione di percorsi che favorivano opportunità di integrazione globale sviluppassero mappe cognitive più precise e accurate.

Le differenze individuali nel comportamento esploratorio potrebbero spiegare l'ampia variabilità nelle rappresentazioni mentali che ciascuno si può formare del medesimo ambiente. In uno studio di Makany et al. (2007) sono emersi due distinti *pattern* di esplorazione, definiti assiale e circolare, i quali riflettono diverse strategie di acquisizione e rappresentazione delle informazioni spaziali. La modalità assiale consisteva nel concentrare l'esplorazione solo in regioni di spazio limitate, seguendo gli assi principali della stanza; nella modalità di esplorazione circolare, al contrario, l'esplorazione era diffusa anche alle regioni periferiche, e includeva traiettorie circolari attorno al centro della stanza.

In seguito alla fase di esplorazione, ai partecipanti era richiesto di navigare nella direzione di tre oggetti presenti nella stanza nell'ordine che preferivano. I due *pattern* individuati nella fase di apprendimento si sono rivelati buoni predittori delle successive prestazioni al compito: la modalità assiale sottende una strategia di acquisizione delle informazioni spaziali economica dal punto di vista cognitivo, e basata sul seguire i percorsi, mentre la modalità circolare riflette una strategia con elevati investimenti iniziali in termini di memoria e di distanza percorsa, ma permetteva ai partecipanti che esploravano l'ambiente attraverso questa modalità di effettuare scelte di percorso più flessibili durante il successivo compito di Navigazione.

Alcuni *pattern* ricorrenti nel comportamento di esplorazione, possono essere considerati indicatori affidabili delle dinamiche temporali di acquisizione della conoscenza spaziale (Kallai et al., 2005): ad esempio, alcuni comportamenti come quello di seguire il perimetro dell'ambiente, sono stati riscontrati più frequentemente nelle fasi iniziali dell'apprendimento spaziale, mentre altri, come la scansione visiva, sono divenuti più pervasivi in un secondo momento, quando una rappresentazione abbastanza affidabile dello spazio si era formata. Kallai e colleghi (2005) mettono inoltre in evidenza come i *pattern* esploratori utilizzati determinassero la qualità della prestazione al successivo compito di navigazione, in cui era richiesto al partecipante di trovare e dirigersi verso una piattaforma *target* nel minore tempo possibile.

In sintesi, le notevoli differenze individuali riscontrate nei *pattern* comportamentali che caratterizzano l'esplorazione libera influenzano l'efficacia dell'apprendimento spaziale. Nel paragrafo successivo verrà analizzato come il genere determini delle differenze nelle modalità di esplorazione di un ambiente.

1.4 Il ruolo delle differenze di genere nelle modalità di esplorazione

La letteratura scientifica fornisce ampie evidenze dell'esistenza di differenze di genere nelle abilità spaziali e nella navigazione: abbiamo visto come uomini e donne differiscano nelle strategie adottate durante la navigazione e nelle modalità di rappresentazione spaziale preferite. Rimane dunque da

approfondire come queste differenze di genere si riflettano nella prestazione in compiti di orientamento quando la condizione data è quella di esplorare liberamente un ambiente.

Secondo l'analisi di Coluccia e Louse (2004), l'85% degli studi condotti in ambienti virtuali evidenziano differenze di genere nella successiva *performance* di navigazione quando l'apprendimento avviene in modo attivo, mentre solo il 28% rileva prestazioni sbilanciate a favore degli uomini in condizioni di apprendimento passivo.

Ci sono evidenze del fatto che l'apprendimento di un ambiente tramite esplorazione libera determini differenze di genere in un successivo compito di navigazione. Un esempio è rappresentato dalla *performance* al *Morris water maze task*, in cui ai partecipanti è richiesto di esplorare una piccola arena per individuare la posizione di una piattaforma, e successivamente viene chiesto di navigare nuovamente verso la piattaforma *target* ma partendo da una posizione diversa. In questo tipo di compito, gli uomini generalmente hanno prestazioni superiori rispetto alle donne (Astur et al., 1998). Si potrebbe dunque supporre che la modalità di esplorazione adottata dagli uomini contribuisca a una migliore prestazione di navigazione; tuttavia, sono ancora pochi gli studi che si focalizzano sulle differenze di genere nell'approccio all'esplorazione spontanea di un ambiente.

Una possibile ipotesi è che le differenze di genere nelle modalità di esplorazione dell'ambiente siano attribuibili alla maggiore cautela che le donne adottano quando si trovano in un contesto sconosciuto (Gagnon et al., 2016), in linea con i maggiori livelli di ansia spaziale riportati (Lawton, 1994, 1996). Le misure prese in considerazione nello studio di Gagnon et al (2016) per valutare il comportamento di esplorazione sono la quantità di pause effettuate e il comportamento di rivisitazione, definito come la tendenza a tornare sui propri passi in luoghi recentemente visitati.

In effetti, l'analisi delle traiettorie di esplorazione dell'ambiente virtuale ha rivelato che le donne trascorrevano una proporzione di tempo maggiore facendo pause ed esibivano comportamenti di rivisitazione più frequenti rispetto agli uomini. Questo approccio si è rivelato inefficace, determinando prestazioni inferiori nel successivo compito di navigazione. Inoltre, i livelli individuali di evitamento del pericolo riportati al questionario di *harm avoidance* erano correlati positivamente

con la quantità di comportamenti di rivisitazione, confermando l'ipotesi iniziale che un'esplorazione più cauta si riflettesse negativamente sulla prestazione al compito di navigazione.

Un'ulteriore misura comportamentale che può essere valutata nell'analisi delle traiettorie e delle modalità di esplorazione di un ambiente è la diffusione, che può essere considerata come la proporzione di spazio esplorato rispetto all'estensione totale dell'ambiente. Questo indice permette di comprendere quanto un soggetto abbia esplorato l'intera area disponibile.

Un secondo studio (Gagnon et al., 2018) condotto in un ambiente virtuale, ha rilevato *pattern* di risultati analoghi: il comportamento esploratorio delle donne era caratterizzato da una maggiore frequenza di rivisitazione, e da un tasso di diffusione minore rispetto a quello degli uomini. Le misure analizzate offrono una comprensione di come i *pattern* dinamici di esplorazione possano influenzare la memoria spaziale: un maggiore tasso di diffusione durante l'esplorazione era correlato ad una migliore *performance* in compiti di *pointing*, mentre il comportamento di rivisitazione si rifletteva negativamente sulla prestazione di navigazione.

Differenze di genere sono state riscontrate anche utilizzando un *task* di navigazione libera in un ambiente reale su larga scala (Munion et al., 2019). Il comportamento di *wayfinding* dei partecipanti era valutato analizzando i tracciati GPS, da cui erano estratte le misure di *pausing*, *revisiting* e *directional persistence*. Quest'ultimo indice si riferisce alla tendenza di un individuo a mantenere una direzione costante durante il movimento, evitando frequenti cambi di direzione. In linea con i risultati dei precedenti studi, gli uomini mostravano una maggiore *directional persistence*, e un minore grado di *pausing* e di *revisiting*. Questo *pattern* ha influenzato positivamente la *performance* degli uomini rispetto a quella delle donne, suggerendo l'ipotesi che le differenze di genere nei comportamenti di esplorazione possano spiegare almeno in parte la relazione tra genere e efficacia nella navigazione.

È dunque evidente che le strategie esplorative adottate possono essere determinanti nell'esito dell'apprendimento ambientale, riflettendosi sulla *performance* di orientamento spaziale. È importante tenere in considerazione come le differenze individuali, abbiamo visto il caso delle

differenze di genere, siano un'importante fonte di variabilità nel modo in cui le persone esplorano lo spazio intorno a sé.

CAPITOLO 2. Lo studio

2.1 Obiettivi

Il presente studio si propone di esaminare l'esistenza di differenze di genere nelle modalità di esplorazione di un ambiente virtuale. I partecipanti avevano il compito di navigare liberamente all'interno dell'ambiente simulato, spostandosi attraverso l'utilizzo di un *joystick*, al fine di apprenderne al meglio i vari elementi. Successivamente è stato loro somministrato un compito di disegno di mappa, per valutare la qualità dell'apprendimento ambientale. L'analisi si focalizza su due aspetti principali: innanzitutto, sulle differenze tra uomini e donne nei comportamenti esploratori messi in atto (obiettivo 1); in secondo luogo, sulle differenze di genere nelle prestazioni al disegno di mappa, che potrebbero riflettere delle sottostanti variazioni nella rappresentazione spaziale acquisita durante l'esplorazione (obiettivo 2).

2.1.1 Ipotesi

Relativamente al primo obiettivo, ci si aspetta di osservare delle differenze significative nel modo in cui uomini e donne esplorano l'ambiente: in particolare, basandosi sulle evidenze a disposizione è possibile ipotizzare che il comportamento di esplorazione delle donne sarà caratterizzato da un maggiore numero di pause e di rivisitazioni (Gagnon et al., 2016) e da un minore livello di *diffusion*, indice del fatto che gli uomini tendono a coprire un'area più ampia durante la propria esplorazione (Gagnon et al., 2018).

Per quanto riguarda il secondo obiettivo, la letteratura di riferimento presenta risultati contrastanti. Generalmente, gli uomini hanno prestazioni migliori a compiti che testano la conoscenza *survey*, come indicare la direzione di *landmark* non visibili (Nazareth et al., 2019) o trovare delle scorciatoie (Boone et al., 2019). Le donne potrebbero dimostrare una prestazione minore al compito di disegno di mappa, dopo aver esplorato liberamente l'ambiente, così come si riscontra in alcuni studi dopo

l'apprendimento da navigazione: secondo l'analisi di Coluccia e Louse, (2004) nel 22.22% degli studi analizzati si evidenzia una *performance* migliore da parte degli uomini rispetto che delle donne. Ad esempio, uno studio di Weisberg e Newcombe (2016), ha rilevato che gli uomini sono più accurati delle donne nel ricostruire il *layout* di un ambiente appreso tramite navigazione guidata. Risultati analoghi sono stati riscontrati da Boone et al. (2019), ad un compito di completamento di mappa. Dall'altro lato, è probabile che non emerga una differenza di genere nel compito di disegno di mappa dopo esplorazione libera, così come altri studi in ambito di navigazione hanno indicato. Sempre secondo l'analisi di Coluccia e Louse (2004) il 55.56% degli studi analizzati infatti non riporta una differenza di genere. Lo studio di Weisberg et al., (2014), ad esempio, non ha riscontrato differenze di genere significative nella riproduzione della configurazione degli edifici di un ambiente appreso tramite navigazione guidata.

2.2. Metodo

2.2.1 Partecipanti

Lo studio ha coinvolto 234 partecipanti di età compresa tra i 19 e i 36 anni. Di questi, 147 erano donne e 87 uomini. Le donne avevano un'età media di 20.77 anni (SD= 1.48) e una scolarità media di 12.99 anni (SD=0.73). Gli uomini avevano un'età media di 21.70 anni (SD=2.29) e una scolarità media di 13.48 anni (SD=1.26).

Il reclutamento è avvenuto principalmente attraverso il corso di Psicologia dell'apprendimento e della memoria e il corso di Psicologia della personalità e delle differenze individuali, entrambi facenti parte del programma del corso di laurea in Scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche (L1). Parte dei partecipanti sono inoltre stati reclutati tramite passaparola da parte degli sperimentatori.

I criteri di inclusione per i partecipanti erano: avere un'età inferiore a 40 anni e non soffrire di *motion sickness*. 13 partecipanti sono stati esclusi dal campione iniziale: 3 per problemi tecnici durante lo

svolgimento della seconda sessione, 5 per non aver svolto la prima sessione sperimentale, e 5 sono stati esclusi perché riportavano di soffrire di malattie psichiatriche o neurologiche.

2.2.2 Materiali

Consenso informato

Prima della somministrazione dei questionari, ai partecipanti è stato fornito il consenso informato contenente tutte le informazioni riguardanti gli scopi, la natura e la procedura della sperimentazione. Sottoscrivendo il consenso informato il partecipante acconsente alla partecipazione volontaria all'esperimento, nella piena consapevolezza del proprio diritto a ritirarsi in qualsiasi momento senza conseguenze. Il documento inoltre garantisce la riservatezza dei dati personali raccolti.

Questionario demografico (adattato da De Beni et al., 2008)

Il questionario, composto da 4 *items*, ha lo scopo di raccogliere informazioni di tipo anagrafico: genere, età, scolarità e stato di salute del partecipante.

Questionario su piacere e autoefficacia di esplorazione (creato ad hoc) *

Il questionario è composto da 24 *items* che indagano il livello di piacevolezza e autoefficacia percepiti nello svolgere alcuni compiti spaziali specifici, nel contesto delle attività quotidiane.

Un esempio di *item* è: “Mi sento efficace nel trovare alternative alla strada principale quando questa è bloccata o troppo trafficata, anche senza consultare una mappa o *gps*”.

Al partecipante è richiesto di fornire un'autovalutazione circa il proprio orientamento nell'ambiente, indicando il grado di accordo rispetto a ciascun *item* su una scala da 1 (= completamente in disaccordo) a 7 (= completamente d'accordo).

Il risultato complessivo del questionario viene determinato sommando i punti assegnati a ciascun *item*, con il massimo punteggio possibile di 168.

Il questionario risulta avere una elevata affidabilità interna (Alpha di Cronbach =0.94)

Questionario di Ansia Spaziale (De Beni et al., 2014) *

Il questionario di Ansia Spaziale è composto da 8 *items*, ed indaga l'esperienza soggettiva di ansia legata all'ambiente e alle attività che richiedono una navigazione spaziale. Al partecipante è chiesto di valutare il grado di ansia esperita in alcuni compiti o contesti spaziali. Un esempio di *item* è "Orientarsi in un centro commerciale che non conosce".

Ciascun *item* viene valutato utilizzando una scala di punteggio da 1 (pochissima ansia) a 5 (moltissima ansia).

Il punteggio totale è dato dalla somma dei punti attribuiti ai singoli *item*, con il massimo valore possibile uguale a 40.

Punteggi bassi sono indice di un basso livello di ansia spaziale, punteggi moderati corrispondono a un livello medio di ansia spaziale, mentre punteggi alti indicano un alto livello di ansia spaziale.

Il questionario ha una buona affidabilità interna (Alpha di Cronbach = 0.89)

Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire (OSIVQ; Blazhenkova & Kozhevnikov, 2009) *

Il questionario, composto da 45 *items*, valuta le tendenze cognitive degli individui nella modalità di elaborazione delle informazioni spaziali. Il questionario è suddiviso in 3 sezioni di 15 *items* ciascuna:

Object Imagery Scale, *Spatial Imagery Scale* e *Verbal Imagery Scale*.

Un esempio di *item* è "Le mie immagini mentali sono molto colorate e vivide".

Il partecipante deve valutare ogni *item* su una scala da 1 (= assolutamente non vero) a 5 (= molto vero).

I punteggi sono sommati separatamente per ciascuna sezione del questionario, in modo da ottenere un punteggio totale di massimo 75 per ogni area. Un punteggio più alto nella *Spatial Imagery Scale* suggerisce che l'individuo tende ad utilizzare l'immaginazione spaziale per rappresentare o elaborare informazioni, mentre un punteggio più elevato nella *Verbal Imagery Scale* indica una preferenza per

un pensiero di tipo verbale. Infine, un punteggio elevato nella *Object Imagery Scale* denota una tendenza ad utilizzare l'immaginazione visiva o concettuale nell'elaborazione delle informazioni.

Il questionario risulta avere coefficienti Alpha di Cronbach elevati per le diverse scale (= 0.78 per OSIVQ spaziale e verbale, = 0.85 per OSIVQ visivo), suggerendo che le varie sezioni del questionario sono coerenti e affidabili.

Questionario sulle Abilità comportamentali, emotive e sociali (BESSI, Feraco et al., 2023) *

Il questionario è composto da 45 *items* (più due di controllo), e consente una valutazione delle capacità relazionali, dell'adattamento sociale e delle competenze emotive degli individui.

Gli *items* consistono in una serie di affermazioni circa una vasta gamma di abilità socio-emotive, un esempio è "Esprimere i miei pensieri e sentimenti".

Rispetto a ogni affermazione il partecipante deve indicare il proprio grado di accordo su una scala da 1 (=per niente bene) a 5 (=benissimo). Il questionario comprende 5 sottosezioni, il punteggio di ciascuna sottosezione viene calcolato sommando i valori attribuiti agli *item* di cui si compone. Sommando i punteggi delle singole scale, si ottiene il punteggio totale al questionario, pari ad un massimo di 225.

Le diverse scale che compongono il questionario hanno una buona affidabilità interna: autogestione Alpha di Cronbach =0.82, innovazione Alpha di Cronbach =0.78, cooperazione Alpha di Cronbach =0.74, interazione Alpha di Cronbach =0.83, regolazione emotiva Alpha di Cronbach =0.84.

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

Il Puzzle immaginativo è un compito cognitivo finalizzato a valutare la capacità della memoria di lavoro visuospatiale.

La prova è strutturata come segue: si presenta al partecipante l'immagine di un oggetto di uso comune per due secondi; dopodiché si presenta lo stesso oggetto ma frammentato in più parti, numerate, e si

chiede di ricostruire l'immagine intera collocando ciascun pezzo nella corrispettiva casella di una griglia di risposta.

Il test presenta 9 livelli di difficoltà crescente (dal livello 2 al livello 10), in base alla quantità di pezzi da ricomporre. Ogni livello comprende due prove, per un totale di 18 prove più una di esempio. Per svolgere ogni prova, il partecipante ha a disposizione un tempo massimo di 90 secondi. Il test si interrompe quando il partecipante sbaglia due prove consecutive dello stesso livello.

Il punteggio grezzo è dato dalla somma dei tre livelli di difficoltà maggiore correttamente risolti, il massimo punteggio totalizzabile è pari a 29.

L'ambiente (creato ad hoc)

L'ambiente è costituito da una città virtuale che presenta 19 *landmark* (libreria, alimentari, banca, poste, scuola elementare, museo, fontana, *lunch bar*, ospedale, *hotel*, chiesa, fioreria, gelateria, teatro, edicola, pizzeria, statua, palasport e parco giochi), con un reticolo di strade.

La simulazione si svolge all'interno del CAVE, un laboratorio specifico per ricerche che impiegano l'utilizzo della realtà virtuale, dotato di uno schermo a 180° e tre proiettori (Figura 1).

L'ambiente virtuale è stato modellato utilizzando il *software Blender*, mentre la raccolta dati è stata effettuata mediante l'uso di *Godot v3.5.3*. Il campo visivo orizzontale della simulazione è di 170°, con una prospettiva in prima persona ad un'altezza fissa di 1,60 m, e una velocità di movimento pari a 7 metri al secondo.

Figura 1. Ambiente CAVE



Training (creato ad hoc)

Nella fase di *training* al partecipante è richiesto di navigare liberamente per almeno un minuto in un ambiente creato ad hoc, contenente delle forme geometriche tridimensionali, come parallelepipedi, cubi e sfere. L'obiettivo è quello di permettere al partecipante di ottenere un buon grado di familiarità con l'utilizzo del *joystick* e con i meccanismi della realtà virtuale. Il *training* termina quando il partecipante afferma di sentirsi sufficientemente sicuro.

Fase di esplorazione libera

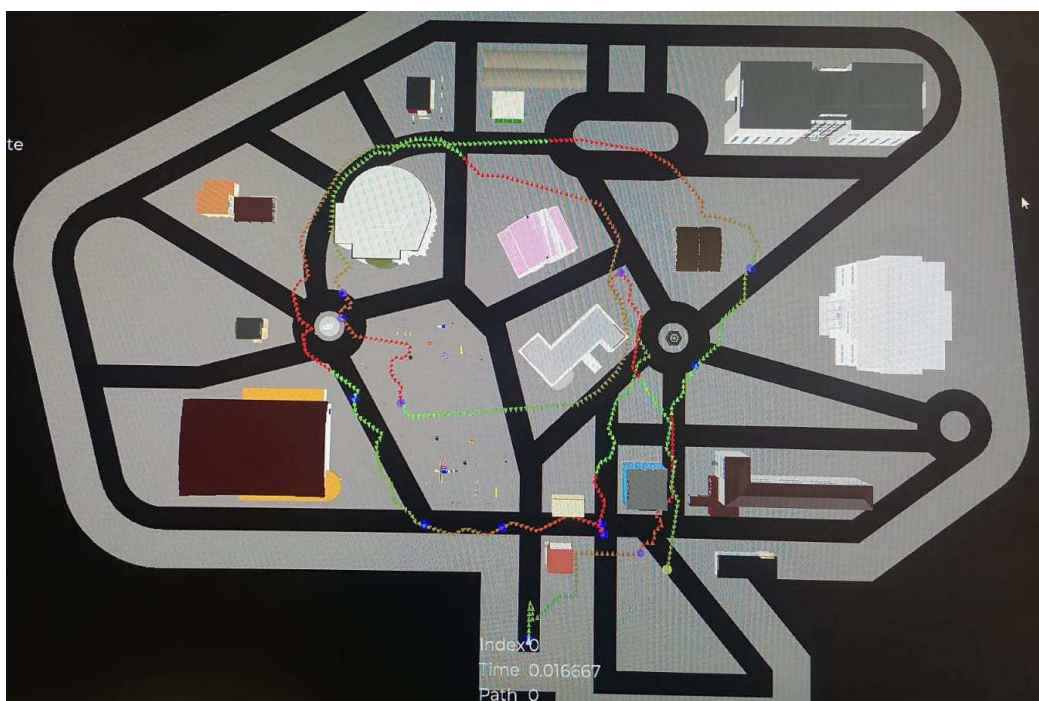
Al partecipante viene chiesto di navigare liberamente nell'ambiente virtuale (Figura 2) al fine di apprendere i vari elementi della città (edifici e strade) e le relative posizioni. La fase di esplorazione dura cinque minuti, al termine dei quali compare una scritta al centro dello schermo che avvisa il partecipante della fine del compito.

Per valutare la navigazione libera dei soggetti, sono state analizzate varie misure estratte dalla loro esplorazione dell'ambiente:

- numero di pause effettuate durante l'esplorazione. Si considera pausa una sosta di più di 3 secondi. Il numero di pause è un indice di incertezza nell'esplorazione dell'ambiente.
- lunghezza totale del percorso (*path length*), a punteggi più alti corrisponde un comportamento di esplorazione più ampio nell'ambiente.
- numero di tagli per settori grigi, che indica quanto una persona non sta aderente alle strade ma preferisce esplorare l'ambiente nella sua interezza. Il numero di tagli per settori grigi è stato valutato da due giudici indipendenti, in caso di disaccordo tra questi ultimi, si ricorreva alla valutazione da parte di un terzo giudice.
- indice di *revisiting*, calcolato come 1 meno il rapporto tra il numero di quadranti esplorati e il numero di segmenti percorsi all'interno dello stesso quadrante (l'ambiente è stato diviso in quadranti di 5 metri per 5 metri).
- indice di *diffusion*, definito come il rapporto tra il numero di quadranti visitati e il numero totale di quadranti (l'ambiente è stato diviso in quadranti di 5 metri per 5 metri).

Figura 2. Esempio di traiettoria di esplorazione di un partecipante da un punto di vista

allocentrico



Compito di disegno libero (creato ad hoc)

Al partecipante viene fornita una mappa muta dell'ambiente appena esplorato, vista dall'alto. Il suo compito è quello di riportare sulla mappa i vari *landmark* e le strade della città virtuale nella posizione corretta (Figura 3a e 3b). Non ci sono limiti di tempo per lo svolgimento del compito, ed il partecipante è libero di modificare le proprie risposte fino al momento della consegna.

Il punteggio grezzo è dato dalla somma degli edifici collocati correttamente all'interno della mappa. Ogni mappa è stata corretta da due giudici indipendenti, in caso di discordanza tra i punteggi attribuiti da questi ultimi, si ricorreva alla valutazione da parte di un terzo giudice.

Figura 3a. Esempio di disegno di mappa eseguito da un partecipante

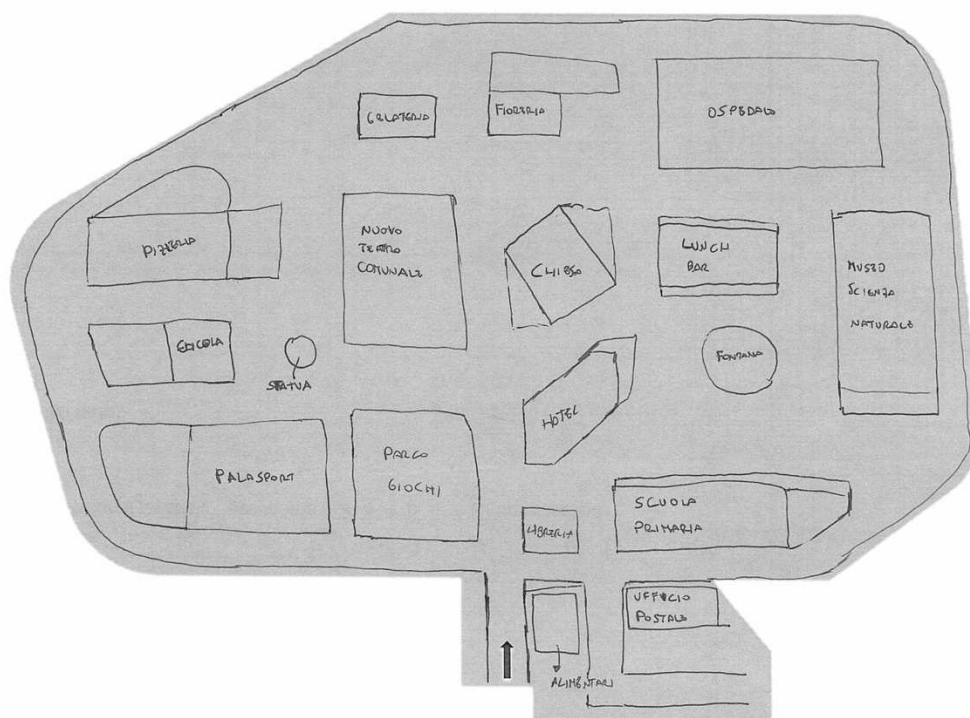


Figura 3b. Mappa corretta dell'ambiente virtuale



2.2.3 Procedura

La prima sessione sperimentale, della durata di circa 20-30 minuti, consisteva nella compilazione autonoma di un questionario *online*, che comprendeva il Questionario demografico, il Questionario su piacere e autoefficacia di esplorazione, il Questionario di Ansia Spaziale, l'*Object-Spatial Imagery and Verbal Questionnaire* ed il Questionario sulle Abilità comportamentali, emotive e sociali. I questionari erano accessibili attraverso un *link* che reindirizzava il partecipante alla piattaforma "Qualtrics".

La seconda sessione, anch'essa della durata complessiva di circa 30 minuti, si è svolta presso il laboratorio di psicologia di Padova, in via Venezia 8. I partecipanti si sono prenotati alla seconda sessione tramite un *Google form* condiviso, dove potevano visualizzare date ed orari disponibili.

Una volta accolto il partecipante venivano acquisiti i suoi dati anagrafici di base e il numero di matricola, dopodiché ci si assicurava che questi avesse svolto la prima sessione sperimentale e fornito il proprio consenso informato alla partecipazione alla ricerca. Quindi si procedeva alla

somministrazione del Puzzle immaginativo. Durante lo svolgimento del compito, lo sperimentatore inseriva le risposte del partecipante su una griglia di correzione.

La seconda parte della sessione sperimentale ha avuto luogo all'interno del CAVE. Il partecipante veniva fatto accomodare in una scrivania con sedia al centro della stanza, e veniva istruito circa il funzionamento del *joystick* che avrebbe dovuto utilizzare per spostarsi nell'ambiente virtuale: con il pulsante sinistro poteva muoversi, mentre con il destro poteva cambiare la visuale. Lo sperimentatore prendeva posto nella sala di comando, da cui, una volta fornite le istruzioni al partecipante tramite un microfono, poteva supervisionare lo svolgimento dell'esperimento attraverso un monitor condiviso e delle telecamere. Innanzitutto veniva chiesto al partecipante di fornire una valutazione circa il proprio grado di familiarità con l'utilizzo del *joystick*, su una scala da 1 (= per niente) a 9 (= moltissimo), e si ricordava che l'esperimento poteva essere interrotto in qualsiasi momento qualora il partecipante avesse sofferto di *motion sickness*. Dopodiché veniva svolta la fase di *training*, che terminava nel momento in cui il partecipante riteneva di aver raggiunto un livello sufficiente di padronanza del *joystick*. Quindi si procedeva con la fase di esplorazione spaziale, in cui era richiesto di muoversi liberamente nella città virtuale cercando di apprendere al meglio gli edifici e le loro rispettive posizioni. Al termine del tempo previsto per lo svolgimento del compito, lo sperimentatore raggiungeva il partecipante nel CAVE per somministrargli il compito di disegno libero.

Infine il partecipante veniva ringraziato per la propria disponibilità ed accompagnato all'uscita.

2.3 Risultati

2.3.1 Differenze di genere nelle modalità di esplorazione di un ambiente virtuale

Per valutare come uomini e donne differiscano nel modo di esplorare un ambiente, sono stati svolti dei t test per confrontare uomini e donne per ogni variabile dipendente che descrive il comportamento di esplorazione: *path length*, numero di pause, tagli effettuati, indice di *diffusion* e indice di *revisiting*.

Per prima cosa sono riportate nella Tabella 1 le medie e deviazioni standard delle variabili di interesse divise per genere.

I t test hanno evidenziato differenze significative tra uomini e donne per tutte le variabili di esplorazione considerate.

Per quanto riguarda il numero di pause effettuate durante l'esplorazione, le donne hanno fatto significativamente più pause rispetto agli uomini, $t(199.38) = 8.11, p < 0.001, d \text{ di Cohen} = 1.06$.

Sono emerse differenze significative anche per quanto riguarda l'indice di *path length*, ($t(162.67) = -8.67, p < 0.001, d \text{ di Cohen} = 1.21$) suggerendo che gli uomini tendono a percorrere un tragitto totale più lungo rispetto alle donne durante l'esplorazione. Gli uomini effettuano anche più tagli per settori grigi ($t(174.57) = -3.53, p < 0,001, d \text{ di Cohen} = 0.48$) ed hanno un indice di *diffusion* significativamente maggiore rispetto alle donne ($t(164.08) = -7.22, p < 0.001, d \text{ di Cohen} = 1,01$), ciò è indicativo del fatto che tendono ad esplorare un'area più ampia durante la navigazione.

Inoltre, l'analisi ha messo in evidenza un risultato inaspettato: l'indice di rivisitazione è significativamente maggiore per gli uomini rispetto alle donne ($t(179.73) = -3.31, p = 0.001, d \text{ di Cohen} = 0.45$), suggerendo che gli uomini mostrano anche una maggiore tendenza a tornare sui propri passi durante l'esplorazione.

2.3.2 Confronto delle prestazioni nel compito di disegno di mappa

La conoscenza *survey* acquisita a seguito dell'esplorazione dell'ambiente è stata valutata attraverso un compito di disegno di mappa. Per esaminare se le differenze di genere riscontrate nelle modalità di esplorazione influenzano la qualità dell'apprendimento ambientale, è stato effettuato un confronto tra le prestazioni di uomini e donne nel disegno di mappa utilizzando un T-Test.

Dall'analisi non emergono differenze di genere significative nelle prestazioni ($t(163.19) = -1.25, p = 0.213, d \text{ di Cohen} = 0.17$), suggerendo che, nonostante le differenze nel comportamento di esplorazione, la capacità di rappresentare graficamente l'ambiente esplorato non varia significativamente tra uomini e donne.

Tabella 1. Medie e deviazioni standard delle variabili di interesse per genere

	Donne		Uomini	
	<i>M</i>	<i>DS</i>	<i>M</i>	<i>DS</i>
Numero di pause	9.62	4.83	4.71	4.25
Lunghezza di percorso (metri)	1332.32	305.36	1721.92	347.22
Numero di tagli fuori dalle strade prestabilite	5.41	4.34	7.54	4.53
Indice di diffusione	0.06	0.01	0.07	0.01
Indice di rivisitazione	0.17	0.08	0.20	0.08
Accuratezza nel disegno di mappa	4.01	2.50	4.47	2.83

CAPITOLO 3. Discussione

Il presente studio si è posto l'obiettivo di indagare l'esistenza di differenze di genere nella navigazione libera in ambiente virtuale, attraverso l'analisi statistica delle variabili relative al comportamento di esplorazione: lunghezza totale del percorso, numero di pause effettuate, numero di tagli fuori dalle strade prestabilite, indice di rivisitazione e indice di diffusione.

In secondo luogo, è stata esaminata l'influenza delle differenze di genere sul tipo di rappresentazione spaziale formata in seguito all'esplorazione, tramite il confronto delle prestazioni di uomini e donne ad un compito di disegno di mappa.

3.1 Differenze di genere nel comportamento di esplorazione

L'analisi del comportamento di esplorazione ha messo in luce delle differenze nel modo in cui uomini e donne esplorano l'ambiente. In particolare, è emerso che le donne hanno effettuato un numero significativamente maggiore di pause durante l'esplorazione rispetto agli uomini, in linea con la letteratura precedente (Munion et al., 2019). Il numero di pause è un indice di incertezza nell'esplorazione ambientale, e potrebbe riflettere un approccio più cauto o riflessivo da parte delle donne rispetto agli uomini (Gagnon et al., 2016).

Un atteggiamento prudente durante l'esplorazione potrebbe anche influenzare la distanza percorsa: in effetti, i risultati hanno rivelato che le donne hanno percorso una distanza totale significativamente minore rispetto agli uomini. Una possibile spiegazione è che, a livello evolutivo, viaggiare per lunghe distanze è associato a un costo in termini di *fitness* più elevato per le donne (Gagnon et al., 2016).

Gli uomini hanno mostrato inoltre un indice di diffusione più elevato, che riflette una tendenza a esplorare più ampiamente l'ambiente: tale risultato è coerente con la letteratura di riferimento (Gagnon et al., 2018), che suggerisce come l'esplorazione degli uomini sia caratterizzata da un maggiore *wanderlust*, o motivazione intrinseca ad esplorare nuovi luoghi.

Al contrario, la maggiore cautela adottata dalle donne durante l'esplorazione emerge anche nella propensione ad aderire alle strade, effettuando significativamente meno tagli per settori grigi rispetto agli uomini. Questo risultato potrebbe essere spiegato anche dal punto di vista della strategia adottata, poiché ci sono evidenze del fatto che le donne prediligono strategie di orientamento basate sul percorso (Lawton, 1994, 1996) mentre gli uomini hanno una maggiore tendenza a cercare delle scorciatoie (Boone et al., 2019).

Infine, contrariamente all'ipotesi iniziale, l'indice di *revisiting* si è rivelato più elevato negli uomini rispetto alle donne. Questo risultato si discosta dagli studi precedenti, che generalmente indicano che le donne tendono a tornare sui propri passi più frequentemente (Gagnon et al., 2016, 2018; Munion et al., 2019). Gagnon e colleghi (2016) hanno interpretato l'indice di rivisitazione come una misura indicativa di un comportamento di esplorazione più cauto, in virtù della correlazione tra i livelli individuali di evitamento del pericolo e il comportamento di rivisitazione. Tuttavia, tornare sui propri passi potrebbe essere una strategia per memorizzare un percorso, questa prospettiva sarebbe coerente con alcune ricerche che hanno messo in evidenza come sia gli uomini che le donne utilizzino una strategia di tipo *route* almeno in alcune occasioni durante la navigazione (Castelli et al., 2008).

Inoltre, è necessario considerare le dimensioni dell'ambiente e il tempo a disposizione per il compito di navigazione libera. Vista infatti la tendenza degli uomini a coprire aree maggiori durante l'esplorazione, come suggerito dall'indice di diffusione e dalla lunghezza totale di percorso, è verosimile che le dimensioni limitate della città virtuale e l'ampio tempo a loro disposizione li abbiano portati a tornare sui propri passi più frequentemente rispetto alle donne, che nello stesso tempo tendono ad esplorare un'area meno estesa.

3.2 Differenze di genere nella prestazione ad un compito di disegno di mappa

Dall'analisi non sono emerse differenze di genere significative nella prestazione al compito di disegno di mappa. Ciò suggerisce che il genere non è un elemento rilevante nel determinare la prestazione a questo tipo di compito: in effetti, nella metanalisi di Nazareth et al. (2019) è stato messo

in evidenza come il *task goal* sia un importante fattore modulatore, non in tutti i tipi di compito si osservano delle differenze di genere nella prestazione. Questo risultato è in linea con alcune evidenze empiriche: Coluccia e Louse (2004) hanno evidenziato che il 55.56% degli studi analizzati non rileva alcuna differenza di genere in compiti di disegno di mappa in seguito a navigazione guidata. Un esempio è costituito dallo studio di Weisberg et al. (2014), in cui non sono state riscontrate differenze significative tra uomini e donne nella riproduzione della configurazione di un ambiente. Tuttavia, si contrappone ad altri studi, come quello di Castelli et al. (2008) che ha evidenziato una migliore prestazione degli uomini ad un compito di completamento di mappa dopo un apprendimento che includeva una fase iniziale di navigazione guidata seguita da una navigazione libera.

Visti i risultati contrastanti presenti nella letteratura di riferimento, sarebbe auspicabile approfondire questo aspetto, soprattutto in relazione all'esplorazione libera dell'ambiente. Infatti, prestazioni equiparabili al compito di disegno di mappa potrebbero anche suggerire che le differenze di genere riscontrate nel comportamento di esplorazione non influiscono significativamente sulla qualità dell'apprendimento ambientale, né sul tipo di rappresentazione sviluppato.

3.3 Limiti e prospettive future

Sebbene i risultati dello studio offrano degli spunti interessanti per giungere ad una comprensione adeguata delle differenze di genere nell'ambito dell'esplorazione libera di un ambiente, lo studio presenta alcuni limiti.

In primo luogo, un possibile limite è rappresentato dal contesto virtuale dell'esplorazione, che potrebbe non riflettere completamente il comportamento di esplorazione in ambienti reali. Lo scarso livello di familiarità di alcuni partecipanti con l'utilizzo del *joystick* potrebbe rappresentare un possibile fattore confondente, andando ad influenzare i risultati.

In secondo luogo, lo studio si basa su un campione specifico: la maggior parte dei partecipanti sono stati reclutati tra gli studenti di psicologia, ciò potrebbe limitare la generalizzabilità dei risultati.

Inoltre, il campione non risulta perfettamente bilanciato per genere; futuri studi potrebbero beneficiare di un campione più ampio e diversificato.

Un limite aggiuntivo è costituito dalle dimensioni ridotte dell'ambiente virtuale impiegato nella ricerca, sarebbe auspicabile in futuro utilizzare altri ambienti più ricchi ed eterogenei.

I futuri progetti di ricerca potrebbero approfondire il legame tra differenze di genere e variabili di esplorazione libera, in particolare per quanto riguarda l'indice di rivisitazione.

Sarebbe inoltre interessante indagare il ruolo della memoria di lavoro visuospatiale come possibile mediatore tra il genere e la prestazione al compito di disegno di mappa (Miola et al., 2021).

CAPITOLO 4. Conclusioni

La navigazione spaziale è un processo complesso, il cui studio è particolarmente rilevante in considerazione delle notevoli differenze individuali riscontrate (Meneghetti et al., 2022). Una delle fonti principali di variabilità è legata al genere: generalmente, gli uomini tendono ad avere prestazioni migliori a compiti che coinvolgono l'abilità di navigazione, tuttavia, l'effetto delle differenze di genere è modulato da vari fattori come il tipo di compito, la misura adottata per stimare la prestazione, e la pressione del tempo (Nazareth et al., 2019).

La maggior parte degli studi presenti in letteratura si concentrano sull'apprendimento di un ambiente tramite navigazione guidata, mentre risulta ancora scarso lo studio del comportamento di esplorazione spontanea. Per questo motivo, il presente studio si è concentrato sulle differenze di genere nell'esplorazione libera di un nuovo ambiente (1) e sull'analisi di come queste influenzino la prestazione ad un compito di disegno di mappa dell'ambiente appreso (2).

La ricerca ha coinvolto un totale di 234 partecipanti, di cui 147 donne e 87 uomini di età compresa tra i 19 ai 36 anni. L'esperimento si è svolto in CAVE, ai partecipanti era richiesto di esplorare liberamente una città virtuale al fine di apprenderne al meglio gli elementi. Successivamente, il loro ricordo era testato attraverso un compito di disegno di mappa.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, sono state evidenziate delle differenze significative nel modo in cui uomini e donne esploravano l'ambiente. Gli uomini facevano significativamente meno pause rispetto alle donne e percorrevano una distanza totale maggiore. Inoltre, effettuavano più tagli per settori grigi, mostrando una tendenza a rimanere meno aderenti alle strade, e un indice di diffusione più elevato, che mette in luce una propensione ad esplorare l'ambiente in modo più esteso. Questi risultati sono in linea con la letteratura di riferimento, che ha riscontrato simili differenze di genere nelle variabili di esplorazione considerate (Gagnon et al., 2016, 2018; Munion et al., 2019). È stato invece osservato un risultato inaspettato per quanto riguarda l'indice di *revisiting*, che si è rivelato più alto per gli uomini che per le donne, contrariamente all'ipotesi di partenza. Questo potrebbe essere

dovuto all'adozione di una strategia di tipo *route*, che talvolta è impiegata anche dagli uomini durante la navigazione (Castelli et al., 2008). Un'ulteriore spiegazione possibile è che viste le dimensioni limitate dell'ambiente, gli uomini siano stati portati a tornare più spesso sui propri passi rispetto alle donne, che tendenzialmente percorrono distanze minori durante l'esplorazione.

Relativamente al secondo obiettivo, nella prestazione al compito di disegno di mappa non sono emerse differenze di genere significative. Questo suggerisce che le differenze riscontrate nel comportamento di esplorazione non influiscono significativamente sulla qualità dell'apprendimento ambientale, e, in ultima analisi, che uomini e donne non differiscono in modo rilevante nella capacità di fornire una rappresentazione *survey* dell'ambiente. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che la relazione tra genere e prestazione al compito di disegno di mappa è mediata anche da altri fattori, come le abilità visuospatiali e il senso di autoefficacia (Miola et al., 2021) che avrebbero potuto contribuire ai risultati osservati.

Il presente studio rappresenta un contributo importante in quanto offre una panoramica delle differenze di genere nei *pattern* di esplorazione di un nuovo ambiente. L'indagine di come queste differenze nel comportamento di esplorazione influenzino il processo di apprendimento ambientale è un aspetto che merita di essere approfondito per giungere ad una migliore comprensione di come le persone, nella quotidianità, si muovono nello spazio e acquisiscono informazioni su di esso.

Bibliografia

* fonti non direttamente consultate

Astur, R. S., Ortiz, M. L., & Sutherland, R. J. (1998). A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: A large and reliable sex difference. *Behavioural brain research*, *93*(1-2), 185-190.

[https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(98\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(98)00019-9)

Boone, A. P., Maghen, B., & Hegarty, M. (2019). Instructions matter: Individual differences in navigation strategy and ability. *Memory & Cognition*, *47*, 1401-1414.

<https://doi.org/10.3758/s13421-019-00941-5>

Brunec, I. K., Nantais, M. M., Sutton, J. E., Epstein, R. A., & Newcombe, N. S. (2023). Exploration patterns shape cognitive map learning. *Cognition*, *233*, 105360.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2022.105360>

Castelli, L., Corazzini, L. L., & Geminiani, G. C. (2008). Spatial navigation in large-scale virtual environments: Gender differences in survey tasks. *Computers in Human behavior*, *24*(4), 1643-1667.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.06.005>

Chrastil, E. R., & Warren, W. H. (2014). From cognitive maps to cognitive graphs. *PloS one*, *9*(11), e112544.

<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*, *41*(4), 1162-1178.

<http://dx.doi.org/10.1037/xlm0000082>

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

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.08.006>

De Beni, R., Carretti, B., Moè, A., & Pazzaglia, F. (2008). *Psicologia della personalità e delle differenze individuali*. Bologna: Il Mulino.

Denis, M., Pazzaglia, F., Cornoldi, C., & Bertolo, L. (1999). Spatial discourse and navigation: An analysis of route directions in the city of Venice. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, *13*(2), 145-174.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(199904\)13:2<145::AID-ACP550>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(199904)13:2<145::AID-ACP550>3.0.CO;2-4)

Gagnon, K. T., Cashdan, E. A., Stefanucci, J. K., & Creem-Regehr, S. H. (2016). Sex differences in exploration behavior and the relationship to harm avoidance. *Human Nature*, *27*, 82-97.

DOI 10.1007/s12110-015-9248-1

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.

<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.020>

Hazen, N. L. (1982). Spatial exploration and spatial knowledge: Individual and developmental differences in very young children. *Child Development*, 53(3), 826-833.

<http://dx.doi.org/10.2307/1129399>

Kallai, J., Makany, T., Karadi, K., & Jacobs, W. J. (2005). Spatial orientation strategies in Morris-type virtual water task for humans. *Behavioural brain research*, 159(2), 187-196.

<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2004.10.015>

Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex roles*, 30, 765-779.

<https://doi.org/10.1007/BF01544230>

Lawton, C. A. (1996). Strategies for indoor wayfinding: The role of orientation. *Journal of environmental psychology*, 16(2), 137-145.

<https://doi.org/10.1006/jevp.1996.0011>

Makany, T., Redhead, E. S., & Dror, I. E. (2007). Short Article: Spatial Exploration Patterns Determine Navigation Efficiency: Trade-off between Memory Demands and Distance Travelled. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(12), 1594-1602.

<https://doi.org/10.1080/17470210701536310>

Meneghetti, C., Miola, L., Feraco, T., & Muffato, V. (2022). Individual differences in navigation: an introductory overview. In P. Raj (a cura di), *Prime archives in psychology: 2nd Edition* (pp. 1-52). Hyderabad: Vide Leaf.

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.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101704>

* Montello, D. R. (2005). Navigation. In P. Shah e A. Miyake (a cura di), *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking* (pp. 257-294). Cambridge: Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.008>

Montello, D. R., Lovelace, K. L., Golledge, R. G., & Self, C. M. (1999). Sex-related differences and similarities in geographic and environmental spatial abilities. *Annals of the Association of American geographers*, 89(3), 515-534.

<https://doi.org/10.1111/0004-5608.00160>

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*, 8(1), 50-66.

<https://doi.org/10.1186/s41235-023-00506-w>

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.

<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01659-w>

Nazareth, A., Huang, X., Voyer, D., & Newcombe, N. (2019). A meta-analysis of sex differences in human navigation skills. *Psychonomic bulletin & review*, 26, 1503-1528.

<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01633-6>

* Passini, R. (1984). Spatial representations, a wayfinding perspective. *Journal of environmental psychology*, 4(2), 153-164.

[https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(84\)80031-6](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(84)80031-6)

Pazzaglia, F. (2000). Tipologie di descrizione di ambienti in funzione delle caratteristiche ambientali, individuali e di familiarità con i luoghi. *Giornale italiano di psicologia*, 27(1), 135-161.

DOI: 10.1421/285

Pazzaglia, F., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2000). Differenze individuali nella rappresentazione dello spazio e nell'abilità di orientamento: Presentazione di un questionario autovalutativo. *Giornale italiano di psicologia*, 27(3), 627-650.

DOI: 10.1421/310

* Perrig, W., & Kintsch, W. (1985). Propositional and situational representations of text. *Journal of Memory and language*, 24(5), 503-518.

[https://doi.org/10.1016/0749-596X\(85\)90042-7](https://doi.org/10.1016/0749-596X(85)90042-7)

Péruch, P., Vercher, J. L., & Gauthier, G. M. (1995). Acquisition of spatial knowledge through visual exploration of simulated environments. *Ecological Psychology*, 7(1), 1-20.

https://doi.org/10.1207/s15326969eco0701_1

Sandstrom, N. J., Kaufman, J., & Huettel, S. A. (1998). Males and females use different distal cues in a virtual environment navigation task. *Cognitive brain research*, 6(4), 351-360.

[https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(98\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(98)00002-0)

* Thorndyke, P. W., & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive psychology*, 14(4), 560-589.

[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(82\)90019-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(82)90019-6)

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

<https://doi.org/10.1037/h0061626>

Tversky, B. (2003). Structures of mental spaces: How people think about space. *Environment and behavior*, 35(1), 66-80.

<https://doi.org/10.1177/0013916502238865>

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.

<http://dx.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.

<https://doi.org/10.1037/a0035261>

Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities?. *Trends in Cognitive Sciences, 14*(3), 138-146.

<https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001>