

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea in Scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche

Elaborato finale

**Ansia spaziale e navigazione libera: effetti delle differenze individuali
nell'esplorazione di un ambiente**

**Spatial anxiety and free navigation: effects of individual differences during the
exploration of an environment**

Relatrice

Prof.essa Veronica Muffato

Laureanda: Anna Cheli

Matricola: 2047934

Anno Accademico 2023-2024

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1: Navigazione ed esplorazione libera di ambienti	6
1.1 Navigazione spaziale e rappresentazioni mentali spaziali.....	6
1.2 La categorizzazione della conoscenza spaziale.....	7
1.3 Apprendimento tramite esplorazione libera	9
1.4 L'ansia spaziale	11
CAPITOLO 2: La ricerca.....	14
2.1 Obiettivi.....	14
2.1.1 Ipotesi	14
2.2 Metodo.....	15
2.2.1 Partecipanti	15
2.2.2 Materiali	15
2.2.2.1 Sessione 1	15
2.2.2.2 Sessione 2	18
2.2.3 Procedura	21
CAPITOLO 3. Risultati	23

3.1 Ruolo degli aspetti emotivi su comportamento di esplorazione	23
3.2 Ruolo aspetti emotivi su conoscenza <i>survey</i> e relazione tra comportamenti di esplorazione e conoscenza <i>survey</i>	24
CAPITOLO 4. Discussione	26
4.1 Correlazioni tra livelli di ansia spaziale e abilità di regolazione emotiva con variabili di esplorazione	26
4.2 Correlazioni tra Livelli di ansia spaziale e abilità di regolazione emotiva con capacità di acquisizione di conoscenza <i>survey</i>	27
4.3 Limiti della Ricerca	28
4.4 Prospettive Future	29
CAPITOLO 5. Conclusioni	30
Bibliografia	32

INTRODUZIONE

La navigazione, le forme di spostamento e dei processi psicologici che vi sono coinvolti sono diventati argomento di interesse di numerose ricerche: sono state individuate delle notevoli differenze interindividuali nelle abilità e nelle modalità di apprendimento dell'ambiente. Tuttavia esistono aree specifiche poco indagate, ad esempio si riscontra una carenza di studi incentrati sull'analisi in una condizione di esplorazione libera, senza guide e percorsi predefiniti a cui attenersi. Il seguente studio si pone come obiettivo di analizzare come le peculiarità a livello emotivo di ognuno influenzino la scelta dei *pattern* esplorativi e l'acquisizione di una conoscenza di tipo topografico di una città virtuale.

Innanzitutto nel primo capitolo, viene analizzata la navigazione spaziale e le rappresentazioni cognitive ad essa correlate: si evidenzia la complessità di questo processo, caratterizzato dalla presenza delle componenti di locomozione e orientamento e dall'esistenza di grande variabilità negli individui dal punto di vista delle abilità coinvolte. Vengono inoltre approfonditi l'apprendimento e l'applicazione di diverse strategie che possono essere adottate in un contesto di esplorazione libera, il concetto di ansia spaziale ed il suo impatto sulla navigazione, e sui processi cognitivi legati ad essa.

Nel secondo capitolo sono dichiarati gli obiettivi di ricerca, le ipotesi, e le caratteristiche dei partecipanti coinvolti oltre che le descrizioni sulla procedura e sulle regole nello svolgimento dell'esperimento. Il campione è composto da 237 soggetti, di cui 150 donne e 87 uomini, di un'età compresa tra i 19 e i 36 anni. Essi hanno svolto due sessioni sperimentali, nella prima delle quali sono stati chiamati alla compilazione *online* questionari autovalutativi, indaganti anche i livelli di ansia spaziale e di capacità di regolazione emotiva. Durante la seconda sessione è stato somministrato un test cognitivo mirato alla valutazione della memoria di lavoro dei partecipanti, al seguito del quale è

avvenuta la navigazione in una città virtuale in CAVE attraverso l'utilizzo del *joystick*. Al termine del tempo prestabilito per la prova, è stato somministrato un compito di disegno di mappa, in cui si chiedeva di tracciare la configurazione dell'ambiente appena esplorato. Nel terzo, nel quarto e nel quinto capitolo sono riportati e commentati i risultati ottenuti, ampliando e argomentando contributi e limiti del presente studio attraverso un confronto con la letteratura di precedente, con lo scopo di suggerire nuove prospettive di ricerca.

CAPITOLO 1: Navigazione ed esplorazione libera di ambienti

1.1 Navigazione spaziale e rappresentazioni mentali spaziali

La navigazione è una delle modalità dell'essere umano attraverso cui conoscere spazi, sulla base di percezioni sensomotorie riguardo le distanze tra gli oggetti, tra il sé e gli oggetti e la nostra posizione nello spazio. Si tratta di una componente insita della vita quotidiana dell'uomo, ciò la rende complessa, in quanto le diverse combinazioni delle abilità eterogenee che sono coinvolte hanno portato una notevole variabilità interindividuale nelle modalità di navigazione e nelle strategie adottate per l'apprendimento di un ambiente. Per meglio comprenderla si possono identificare due componenti da cui è costituita: la locomozione (*locomotion*), che garantisce l'esecuzione del movimento inconsapevole del corpo in relazione all'ambiente circostante, e l'orientamento (*wayfinding*), il quale è maggiormente legato alle rappresentazioni mentali consapevoli, alla pianificazione e all'organizzazione, che sottostanno alla scelta del proprio spostamento in un percorso sconosciuto o familiare (Montello, 2005). Per navigare è necessario utilizzare rappresentazioni mentali dell'ambiente (o mappa cognitiva, Tolman, 1948). Tali rappresentazioni possono essere formate attraverso il coinvolgimento di diverse fonti, in quanto l'ambiente può essere descritto: verbalmente (ad esempio quando si chiedono informazioni ad un passante), riprodotto simbolicamente in mappe cartacee o in mappe digitali (in cui è incluso l'utilizzo del GPS), oppure appreso direttamente con la navigazione, guidata o libera. Nel valutare le proprietà delle rappresentazioni cognitive spaziali, esistono diversi *task* che possono consistere: nella ripetizione di percorsi precedentemente navigati, nella localizzazione nell'ordine giusto dei *landmark*, nel trovare una scorciatoia per raggiungerlo, o nel disegno di una mappa. Determinati compiti di richiamo consentono di valutare la flessibilità delle

rappresentazioni dell'ambiente di un individuo, variando il punto di vista adottato nella fase di codifica e di recupero. Questo può avvenire quando i partecipanti apprendono navigando all'interno di un ambiente e poi devono stimare la distanza tra due luoghi, o puntare in una determinata direzione o, anche in questo caso, disegnare una mappa. In altre parole, il ruolo dei diversi tipi di *input*, in combinazione con diversi tipi di *output* (tipi di compiti di richiamo), è una delle fonti di complessità nella valutazione della qualità della rappresentazione dell'ambiente, la cui formazione è fortemente influenzata dalle differenze individuali. Questi fattori saranno esplorati nei paragrafi successivi (Meneghetti et al., 2022).

1.2 La categorizzazione della conoscenza spaziale

La conoscenza spaziale può essere definita come una rappresentazione mentale della disposizione di spazi conosciuti e della relazione tra gli elementi che li compongono (Farran et al., 2010). In un modello storico, Siegel e White (1975) hanno proposto che la conoscenza spaziale possa essere legata ai *landmark*, di tipo *route* o *survey*. Nel loro quadro teorico, la conoscenza dei *landmark* si riferisce alla localizzazione degli oggetti o delle scene che sono salienti e che vengono utilizzati per l'identificazione della posizione. La propensione al ricordo basata sul percorso (*route*), prevede la memorizzazione del tragitto da una prospettiva egocentrica, mettendo in associazione un punto di riferimento all'azione: ciò consente di spostarsi da un luogo all'altro lungo un percorso specifico. La conoscenza di tipo *survey* si riferisce all'apprendimento della disposizione o della configurazione dell'ambiente rappresentata in un quadro di riferimento allocentrico: più oggettivo, indipendente dallo sguardo adottato nell'esperienza di apprendimento e più incentrato sulla posizione degli stimoli salienti e sulla relazione tra di essi. Essa può essere concettualizzata come una rappresentazione dell'ambiente simile a una mappa e consente

ai navigatori di costruire nuovi percorsi, di prendere scorciatoie e di indicare la direzione di una meta non vista. Siegel e White (1975) hanno anche proposto un andamento di acquisizione dell'insieme di informazioni di un luogo nuovo a stadi, con l'individuazione dei *landmark* come fase iniziale arrivando a una concezione configurazionale dell'ambiente come fase finale. Anche se la distinzione tra i vari tipi di conoscenza spaziale rimane rilevante, la prospettiva proposta dai due studiosi e di come essa si sviluppi è stata oggetto di numerose sfide dalla ricerca più recente. Gli studi realizzati in ambienti reali suggeriscono che il modo in cui le persone li apprendono influisca su quale tipo di conoscenza spaziale viene acquisita prima o più rapidamente (Taylor et al., 1999). Claessen e Van Der Ham (2017) hanno proposto una nuova classificazione, emersa da una valutazione condotta su individui affetti da deficit neuropsicologici legati alla navigazione. Essi hanno riscontrato una dissociazione funzionale tra i diversi tipi di conoscenza: è stato osservato come le lesioni cerebrali potrebbero influenzare in modo diverso la conoscenza dei luoghi e dei percorsi. In particolare, la loro classificazione suggerisce che l'abilità di navigazione richiede l'apprendimento sia di punti di riferimento, i quali implicano la capacità di ricordare gli elementi presenti nell'ambiente, sia della propria posizione, vista in modalità egocentrica ma anche in modalità allocentrica. È importante sottolineare che la conoscenza degli spazi, in tale modello, non è necessariamente basata su strutture con un sistema metrico accurato, come suggerito dal concetto tradizionale di mappa cognitiva proposto da Tolman (1948): l'ambiente dal soggetto è concepito come una rete di percorsi che collegano i luoghi senza obbligatoriamente includere informazioni euclidee, seguendo la nozione di grafo cognitivo (Chrastil & Warren, 2014). In breve, i modelli di navigazione propongono

diverse forme di conoscenza ambientale, ciascuna con le proprie caratteristiche e implicazioni.

1.3 Apprendimento tramite esplorazione libera

Intuitivamente si è portati a ritenere che quando si è coinvolti attivamente nella scelta di un percorso di navigazione, l'apprendimento dello spazio sia migliore rispetto a quando si è guidati. Effettivamente esistono evidenze sperimentali che hanno confermato il legame tra il livello di prestazione e il livello di conoscenza spaziale e l'importanza di un comportamento motorio e percettivo attivo per estrarre le invarianti nell'ambiente. (Pèruch et al., 1995). Nell'esplorazione libera, la cui analisi risulta essere importante in quanto rappresenta più verosimilmente l'esperienza quotidiana umana di navigazione, sono coinvolte molteplici componenti, che influenzano diversamente e più o meno intensamente l'apprendimento di uno spazio. Nella formazione della conoscenza *route* o *graph* di un ambiente è stato dimostrato che influisce maggiormente il processo di *decision making*, rispetto ad informazioni idiotetiche e visive (Chrastil & Warren, 2015). Al contrario sembrano impattare significativamente nell'acquisizione di una conoscenza metrica *survey* dello spazio le informazioni podocinetiche, relative alla percezione della cinematica e della dinamica del cammino (Chrastil & Warren, 2014; Waller et al., 2004). Nel disegno sperimentale di Gagnon et al. (2015), è stato proposto un esame dei percorsi di navigazione libera per identificarne rivisitazioni e pause. Un comportamento che potrebbe riflettere cautela nell'esplorazione è quando una persona esplora accuratamente un'area prima di passare alla successiva. Quell'area potrebbe diventare una base di partenza conosciuta, dalla quale l'individuo si sente più a suo agio nell'esplorare e alla quale può tornare se necessario. Questo comportamento viene definito "rivisitazione" poiché implica il ritorno verso luoghi attraversati di recente prima di procedere. La pausa

potrebbe indicare la necessità di ottenere ulteriori spunti, il desiderio di rivedere il terreno già esplorato o un generale disagio nel procedere avanti. Le persone che non temono di sbagliare strada probabilmente continueranno a muoversi e faranno soste meno frequenti. Un approccio prudente all'esplorazione potrebbe anche influenzare la distanza percorsa prima di fare una pausa o cambiare direzione. L'esposizione a un ambiente nuovo fornisce una base di conoscenze che possono essere utilizzate per costruire una "mappa mentale" per quel luogo, per cui il modello di esplorazione adottato dagli individui ha effetto sulla memoria spaziale. In particolare un maggior numero di comportamenti di rivisitazione e pausa dovrebbe portare a una maggiore inefficienza di navigazione e a maggiori errori in un compito di memoria spaziale esplicita. Al contrario, il modello di esplorazione ottimale per acquisire una conoscenza configurazionale dell'ambiente suggerisce che è avvantaggiato chi ha la propensione verso la ricerca di scorciatoie per raggiungere i *landmark*, la visita di un maggior numero di aree e la minimizzazione del numero di rivisitazioni e pause (Farran et al.,2022). Per misurare tali variabili con maggiore precisione è molto utile in questo tipo di studi l'utilizzo di un ambiente virtuale (VE). L'uso del VE per gli esperimenti di navigazione presenta tre vantaggi principali: in primo luogo, consente un controllo preciso degli stimoli visivi presentati, in secondo luogo, consente di condurre gli esperimenti in ambienti creati per corrispondere esattamente alle esigenze sperimentali (Weiner & Mallot,2003), ed infine si riscontra un'elevata correlazione tra la conoscenza spaziale misurata nel VR e la conoscenza spaziale misurata nel mondo reale (Waller et al.,2001). La sua validità aumenta quando riproducono entità tridimensionali in condizioni completamente immersive simili alle esperienze sensomotorie della vita reale, con interazione in tempo reale e la sensazione di "essere lì" (Lhuillier & Gyselinck ,2018). Grazie all'analisi di queste variabili possiamo inferire

sulle strategie di apprendimento utilizzate dalle persone, le quali hanno mostrato grandi differenze nella mappatura degli ambienti: alcuni riescono a costruire una rappresentazione assoluta dell'ambiente, compresa la posizione e l'orientamento degli oggetti; mentre altri apprendono la disposizione degli oggetti mettendo in relazione gli indizi spaziali tra loro; altri ancora non mostrano la capacità di memorizzarli (Pèruch et al., 1995). La presenza di componenti individuali che condizionano le abilità di ognuno è innegabile; nel paragrafo successivo analizzeremo uno di questi fattori di differenze individuali: l'ansia spaziale.

1.4 L'ansia spaziale

L'interesse per chiarire le inclinazioni nella navigazione delle persone sta aumentando nel campo della cognizione spaziale: ormai è chiara la presenza di differenze individuali nelle strategie di navigazione, di orientamento, di apprendimento e ricordo di ambienti nuovi. Le inclinazioni verso i compiti di orientamento personali possono contribuire alla capacità di rappresentare mentalmente un luogo in modo più o meno accurato e sono generalmente valutate mediante questionari che indagano: la capacità autodichiarata di orientarsi e navigare, modalità preferita di rappresentazione dell'ambiente (*survey, route*), il grado di piacere nell'esplorare luoghi sconosciuti, autoefficacia spaziale, e l'ansia spaziale. L'ansia rappresenta uno stato emotivo suscitato da situazioni future percepite come avverse e minacciose, con un potenziale esito negativo (Brooks & Schweitzer, 2011). È caratterizzata da emozioni negative come preoccupazione o apprensione, basso senso di certezza e controllo, oltre che a un'elevata attività fisiologica (Russell, 1980; Smith & Ellsworth, 1985). Può manifestarsi come uno stato transitorio o come un tratto

persistente di tendenza a provare inquietudine ed angoscia (Barlow, 2002). L'ansia assume particolare rilevanza nel contesto della navigazione in quanto riflette sentimenti di preoccupazione e timore legati all'orientamento e all'esecuzione di compiti spaziali in un ambiente (Lawton, 1994; Montello et al., 1999). Numerosi studi hanno evidenziato un impatto negativo dell'ansia spaziale sulla capacità di esplorazione (ad esempio Pazzaglia et al., 2018), con le donne che riportano livelli più elevati di ansia spaziale e ansia generale rispetto agli uomini nel contesto della navigazione ambientale (Lawton, 1994). Non sorprende che la navigazione basata su un'elaborazione allocentrica generi maggiori livelli di ansia spaziale, poiché richiede maggiori sforzi cognitivi rispetto alla navigazione basata sull'elaborazione egocentrica (Alvarez-Vargas, 2020). Una recente metanalisi (Geer et al., 2024) ha fornito una stima della dimensione della relazione tra ansia e abilità spaziali, tenendo conto di diversi moderatori (grado/gruppo di età, sesso, misura/sottotipo di abilità spaziale). È stata trovata una piccola correlazione negativa e statisticamente significativa ($r = -.14$) tra ansia spaziale e abilità: ciò indica che chi riferisce sentimenti di ansia più elevati verso le situazioni spaziali tende ad avere abilità spaziali peggiori. La direzione della causalità tra le due variabili rimane però poco chiara, poiché la consapevolezza della propria incapacità di navigare può generare ansia spaziale (Weisberg & Newcombe, 2018). In uno studio di Nori et al. (2023), è stato indagato in che misura il carico cognitivo ambientale influisce sulla capacità di navigazione, considerando il ruolo mediatore dell'ansia (ansia di stato, di tratto e spaziale). L'elaborazione di informazioni genera un peso cognitivo per cui si osservano anche conseguenze nella capacità di apprendere e rappresentare le informazioni. In questo caso ai partecipanti veniva chiesto di esplorare liberamente un ambiente virtuale e successivamente di completare compiti cognitivi di riconoscimento dei *landmark*, di

giudizio egocentrico e di giudizio allocentrico. I risultati hanno dimostrato un contributo dell'ansia di tratto solo quando il *task* richiede competenze spaziali elevate (di giudizio egocentrico e allocentrico): più alto è il carico cognitivo ambientale, peggiore sarà la prestazione. Il contributo dell'ansia spaziale ai compiti egocentrici è ben noto, essendo correlato positivamente con l'uso delle strategie *route*, generalmente correlate a una minore competenza spaziale. Come evidenziato da Lawton (1994), l'ansia spaziale può ridurre la capacità di concentrarsi su indizi essenziali per mantenere il senso dell'orientamento. Infatti, la letteratura precedente indica che le risorse della memoria di lavoro, le quali sono impegnate a rispondere alle richieste spaziali di navigazione, sono ridotte dall'ansia (Alvarez-Vargas et al., 2020). Questi risultati suggeriscono l'importanza di approfondire ulteriormente il ruolo dell'ansia spaziale nei processi cognitivi legati alla navigazione libera, al fine individuarne pattern e strategie per migliorare le prestazioni spaziali, riducendo eventuali limitazioni legate all'ansia durante l'esplorazione di ambienti complessi.

CAPITOLO 2: La ricerca

2.1 Obiettivi

Lo scopo di questo studio è di analizzare l'effetto dell'ansia spaziale sulla navigazione libera, avvenuta in un ambiente virtuale CAVE con l'utilizzo di un *joystick*. Ai partecipanti veniva chiesto di esplorare liberamente l'ambiente con il compito di apprenderlo, valutando il livello di conoscenza acquisita tramite una richiesta di un disegno di mappa. In particolare si esaminano le differenze comportamentali osservate nel momento dell'esplorazione tra individui con differenti livelli di ansia spaziale (obiettivo 1), e la relazione tra ansia spaziale e prestazioni cognitive nella rappresentazione spaziale emersa dal compito di disegno di mappa (obiettivo 2). Prima di poter procedere con queste analisi, è stata anche necessaria la somministrazione di un test cognitivo valutante la memoria di lavoro dei partecipanti, al fine di verificare che non ci siano differenze significative che possano influenzare le prestazioni nei compiti spaziali.

2.1.1 Ipotesi

Sulla base di studi precedenti (Gagnon et al.,2015), si ipotizza che gli individui con livelli più elevati di ansia spaziale mostreranno comportamenti di esplorazione libera caratterizzati da una minore distanza percorsa e un numero maggiore di pause rispetto a coloro con livelli inferiori di ansia spaziale (obiettivo 1). Per quanto riguarda l'obiettivo 2, si presuppone che l'ansia spaziale impatti negativamente le prestazioni (Alvarez-Vargas et al., 2020; Nori et al.,2023) nel compito di disegno libero, con gli individui più ansiosi con una minore accuratezza nel posizionamento dei *landmark* sulla mappa. Si ipotizza inoltre che l'ansia di navigazione sia correlata negativamente con l'accuratezza globale

della mappa disegnata e con una minore precisione nel rappresentare le posizioni relative dei *landmark*, misurate attraverso il software GMDA.

2.2 Metodo

2.2.1 Partecipanti

Il progetto di ricerca ha coinvolto un totale di 237 partecipanti, di cui 150 donne e 87 uomini. L'età dei partecipanti è compresa tra i 19 e i 36 anni. Le donne hanno presentato un'età media di 20.75 anni (DS=1.47), mentre gli uomini di 21.70 anni (DS= 2.29). La scolarità delle donne è di media $M=12.99$ (DS=0.72) mentre per gli uomini $M=13.48$ (DS=1.26). Il reclutamento dei partecipanti è stato effettuato, oltre che tramite passaparola, attraverso il corso di Psicologia della personalità e delle differenze individuali e il corso di Psicologia dell'apprendimento e memoria, parte del programma di Scienze psicologiche cognitive e psicobiologiche (L1). Dal campione sono stati esclusi 13 partecipanti: 3 a causa di problemi tecnici durante la sessione 2, 5 perché non hanno svolto la sessione 1, ed altri 5 partecipanti esclusi perché riportavano di soffrire di malattie psichiatriche o neurologiche.

2.2.2 Materiali

Sessione 1

Il consenso informato

Il consenso informato è stato presentato ai partecipanti all'inizio della compilazione dei questionari *online*. Questo documento fornisce tutte le informazioni rilevanti sulla natura, gli scopi, la procedura dell'esperimento e garantisce la riservatezza dei dati personali

raccolti. Infine si chiede al partecipante di acconsentire alla partecipazione volontaria all'esperimento in seguito alla comprensione delle informazioni fornite.

Questionario demografico, De Beni et al., 2008

Il questionario demografico è un mezzo utilizzato per raccogliere informazioni demografiche sulla popolazione di studio. Comprende quattro domande che indagano sul genere, sull'età, sul livello di istruzione e sullo stato di salute dei partecipanti.

Questionario sull'immaginazione oggetto-spaziale e verbale (OSIVQ; Blazhenkova and Kozhevnikov, 2009)

Il Questionario sull'immaginazione oggetto-spaziale e verbale (OSIVQ) valuta le preferenze dei singoli individui per la gestione delle informazioni spaziali.

Esempio: "Sono sempre bravo in geometria" (1= assolutamente non vero; 2= non vero; 3= abbastanza vero; 4= vero; 5= molto vero).

Il punteggio massimo è pari a 225, in quanto è diviso in tre sezioni (scala degli oggetti, scala dell'immaginazione spaziale e scala dell'immaginazione verbale), ciascuna composta da 15 item in cui il partecipante è chiamato a valutare la il grado di veridicità delle affermazioni seguendo una scala da 1 a 5. Il questionario ha buona affidabilità Cronbach in tutte le sottoscale (OSIVQ spaziale Alpha di Cronbach = 0.78; OSIVQ verbale Alpha di Cronbach = 0.78; OSIVQ visivo Alpha di Cronbach = 0.85).

Questionario su piacere e autoefficacia di esplorazione (costruito ad hoc)

Il questionario sul piacere e autoefficacia di esplorazione è costituito da 22 affermazioni riguardanti compiti di orientamento frequenti nella vita quotidiana. Rispetto ad esse viene

richiesto al partecipante di esprimere un grado di piacevolezza e di efficacia di esecuzione secondo una scala da 1 (fortemente in disaccordo) a 7 (fortemente d'accordo).

Esempio: “Mi piace trovare strade nuove anche per raggiungere luoghi familiari e noti” (1= completamente in disaccordo, 2= abbastanza in disaccordo, 3= un po' in disaccordo, 4 =né d'accordo né in disaccordo, 5= un po' d'accordo, 6= abbastanza d'accordo, 7= completamente d'accordo).

Il punteggio viene ottenuto sommando i punti attribuiti a ciascun item, con il massimo risultato possibile pari a 154. Il questionario ha buona affidabilità di Cronbach =0.93.

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

Il questionario di ansia spaziale indaga il livello l'ansia che il partecipante potrebbe provare in situazioni della vita quotidiana che richiedono abilità di orientamento spaziale. È costituito da 8 affermazioni a cui il soggetto deve rispondere secondo una scala da 1 (“pochissima”) a 5(“moltissima”).

Esempio: “Uscire da un negozio in cui è stato per la prima volta e decidere che strada prendere per raggiungere una destinazione” (1=pochissima, 2=poca, 3=abbastanza, 4=molta, 5=moltissima).

Il punteggio viene ottenuto sommando i punti attribuiti a ciascun item, con il massimo risultato possibile pari a 40. Il questionario ha buona affidabilità di Cronbach =0.89.

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

Il questionario sulle abilità comportamentali, emotive e sociali indaga con 45 domande le soft skills del soggetto. Il partecipante esprime il grado di accordo per ciascuna delle affermazioni presentate tramite una scala da 1 (“assolutamente non vero”) a 5 (“molto vero”).

Esempio: “Quanto bene sai pianificare il tuo tempo” (1=per niente bene, 2=non molto bene, 3=abbastanza bene, 4=molto bene, 5=benissimo).

Il punteggio viene ottenuto sommando i punti attribuiti a ciascun item, con il massimo risultato possibile pari a 225. Il questionario ha buona affidabilità di Cronbach in tutte le sezioni (BESSI autogestione Alpha di Cronbach = 0.82; BESSI innovazione Alpha di Cronbach = 0.78; BESSI cooperazione Alpha di Cronbach = 0.74; BESSI interazione Alpha di Cronbach = 0.83; BESSI regolazione emotiva Alpha di Cronbach = 0.84).

Sessione 2

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

Il Puzzle Immaginativo è un test cognitivo finalizzato a valutare la memoria di lavoro visuo-spaziale. Il compito ha inizio con l'osservazione di un oggetto comune per due secondi. Successivamente viene presentato l'oggetto diviso in più parti, ognuna delle quali etichettata con una lettera, ed una griglia, di cui ogni riquadro è stato numerato. Il partecipante deve ricostruire l'immagine entro la griglia, associando ogni parte dell'oggetto ad il riquadro corrispondente entro un limite massimo di 90 secondi. Il test comprende 18 prove, di cui 9 aumentano progressivamente in difficoltà, dalla condizione 2 alla 10, ognuna delle quali corrisponde al numero di parti in cui l'oggetto è stato suddiviso. Il compito si interrompe quando il partecipante sbaglia entrambe le prove della

medesima condizione; al contrario quando viene sbagliata solo una delle due si procede con la somministrazione della prova della condizione successiva. Il punteggio finale è pari alla somma dei punti ottenuti dalle ultime 3 prove eseguite correttamente.

L'ambiente

L'ambiente virtuale, che è stato modellato con Blender, consiste in una città virtuale composta da 19 *landmark* (alimentari, libreria, banca, scuola, poste, museo, fontana, hotel, lunch bar, ospedale, fioreria, gelataio, teatro, pizzeria, edicola, statua, palasport, chiesa, parco giochi). La prospettiva è in prima persona ad un'altezza pari a 1,60 m, la velocità di percorso è di 7 m/s ed il campo di visuale orizzontale è pari a 170°. La raccolta dati è stata eseguita con Godot v3.5.3

Training

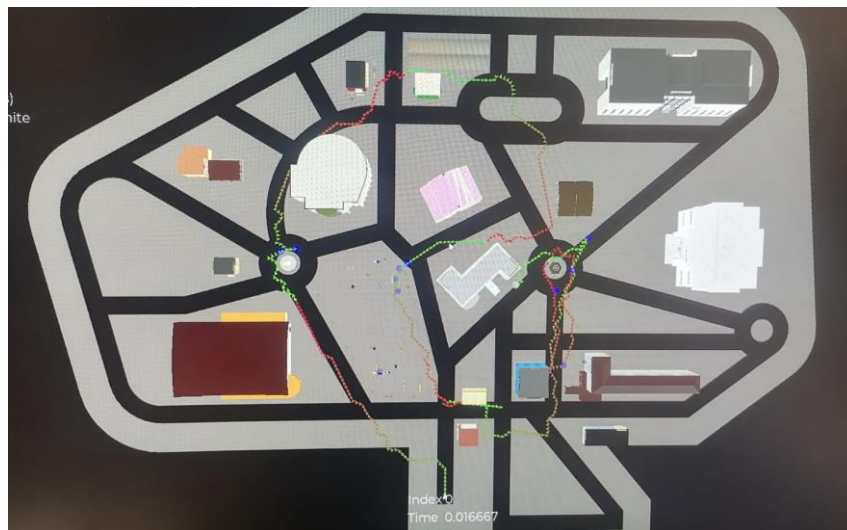
La fase di training prevede che il partecipante si immerga in un ambiente appositamente creato, caratterizzato dalla presenza di figure geometriche tridimensionali quali sfere, parallelepipedi e piramidi. L'obiettivo principale è favorire la familiarizzazione del soggetto con l'utilizzo del *joystick* e con le dinamiche intrinseche della realtà virtuale. Il training termina nel momento in cui il partecipante stesso comunica di aver acquisito sufficiente sicurezza nel gestire l'interazione con l'ambiente.

Fase di esplorazione libera (free exploration)

Durante la fase di esplorazione libera il partecipante ha il compito di muoversi liberamente nella città virtuale per imparare l'ambiente, ovvero apprendere la posizione dei vari edifici (*landmark*), indicati con etichette ben visibili. Al partecipante viene comunicato che il compito terminerà automaticamente e che ha a disposizione un tempo sufficiente per svolgerlo. La durata effettiva di questa fase è pari a 5 minuti. Il

comportamento del partecipante viene misurato in base alla lunghezza in metri percorsa e al numero totale di pause fatte secondo una valutazione più quantitativa. Dal punto di vista qualitativo, basandosi sul *pattern* esplorativo del partecipante (Figura 1), sono stati valutati da 2 giudici: il numero di rivisitazioni di pezzi di strada (in particolare se sono stati percorsi due o più volte); la quantità di tagli dei settori grigi, che corrisponde alle volte in cui non sono stati seguiti i confini delle strade; se, basandosi sulle strade percorse, il *landmark* è stato visto o meno; se il *landmark* è stato posizionato nel disegno di mappa entro i confini della sua posizione occupata nella mappa corretta

Figura 1. Si tratta di un esempio di riproduzione del tragitto percorso da un partecipante all'interno della città virtuale da un punto di vista allocentrico. A partire da questo tipo di rappresentazioni, i giudici hanno indagato le variabili qualitative dell'esplorazione.



Compito di disegno libero

Durante questa fase al partecipante viene consegnata una mappa vista dall'alto della città virtuale di cui è delineato il perimetro (Figura 2a). Viene richiesto di indicare sulla mappa gli edifici e le strade visti e viene mostrato il punto da cui è iniziata l'esplorazione, il quale è chiaramente segnalato sulla mappa da una freccia. Il partecipante non ha limiti di tempo

e può correggersi (Figura 2b). Il punteggio, viene calcolato da due giudici sommando tutti i punti derivanti dal posizionamento corretto del landmark. Inoltre viene presa in considerazione anche un tipo di valutazione effettuata tramite GMDA (*Gardony Map Drawing Analyzer: Software for quantitative analysis of sketch maps*, Gardony et al. 2016), un *software* in grado di fornire misure della precisione globale del disegno di mappa confrontando le accuratezze delle posizioni tra coppie di *landmark* secondo gli assi Nord, Sud, est ed ovest (punteggio tra 0 e 1, con 1 alta accuratezza globale della mappa).

Figura 2a. Mappa vuota della città virtuale, su cui viene richiesto di inserire i *landmark*.

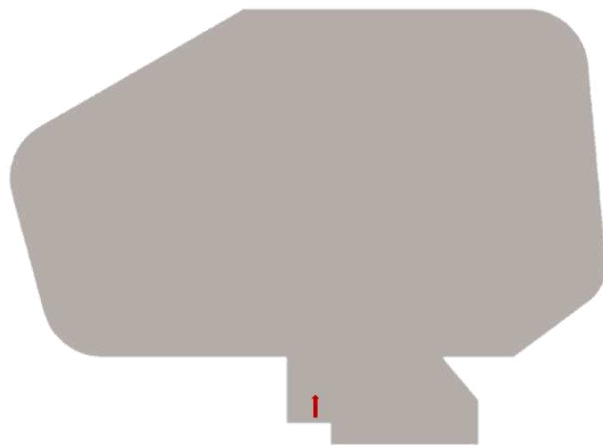
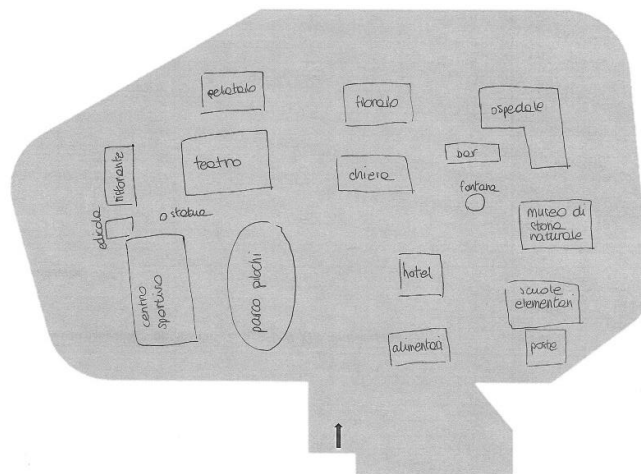


Figura 2b. Un esempio di disegno di mappa eseguito da un partecipante.



2.4 Procedura

Parte della sessione 1 è stata svolta autonomamente da remoto dai partecipanti in seguito all'invio di un *link* tramite cui hanno avuto accesso al questionario, dalla durata di circa 20 minuti. Il Puzzle Immaginario (adattato da De Beni et al., 2008) e la sessione 2 dell'esperimento sono stati svolti presso i laboratori di psicologia a Padova in via Venezia 8. I due compiti sono stati svolti uno successivamente all'altro in un'unica prenotazione, avvenuta tramite *Google Calendar*, in cui ciascuno ha potuto scegliere giorno e orario autonomamente. Per la compilazione del Puzzle immaginario (adattate da De Beni et al., 2008), lo sperimentatore accompagna il partecipante in un laboratorio in cui è presente un computer, su cui mostra al partecipante le immagini scomposte degli oggetti. Lo sperimentatore riporta le risposte del partecipante su un foglio. La fase di esplorazione libera si svolge all'interno del CAVE, una stanza appositamente concepita per le ricerche in realtà virtuale. Questo ambiente è dotato di uno schermo panoramico a 180 gradi, tre proiettori, e una scrivania centrale con sedia, tastiera, *mouse* e *joystick*. Il *joystick* è lo strumento principale per il controllo del movimento all'interno della città virtuale, il cui analogico sinistro gestisce il movimento, mentre il destro controlla lo spostamento della visuale. Una volta che il partecipante è sistemato, lo sperimentatore si sposta nella sala comando, da dove può comunicare tramite un microfono e monitorare lo svolgimento dell'esperimento attraverso uno schermo condiviso e telecamere. Prima dell'inizio dell'esperimento, al partecipante viene chiesto di valutare il proprio grado di familiarità con l'utilizzo del *joystick* su una scala da 1 a 9. Successivamente, viene svolto il training al termine del quale viene avviato l'esperimento effettivo, che consiste nell'apprendimento dell'ambiente virtuale, dei vari edifici e della loro disposizione. Al termine del tempo stabilito per la navigazione libera, lo sperimentatore raggiunge il partecipante nel CAVE

e somministra il compito di disegno libero. Dopo aver dato le istruzioni per procedere, torna in regia per permettere al partecipante di svolgere liberamente il compito. Quando il soggetto ha terminato lo comunica allo sperimentatore il quale lo raggiunge e lo accompagna all'uscita dei laboratori. La seconda sessione dell'esperimento ha una durata che varia tra i 30 e i 40 minuti.

CAPITOLO 3: Risultati

3.1 Ruolo degli aspetti emotivi su comportamento di esplorazione

Sono state condotte analisi per analizzare l'impatto degli aspetti emotivi sul comportamento di esplorazione nella Tabella 1 sono mostrate le medie, deviazioni standard e correlazioni tra variabili. Il legame tra le aspetti emotivi generali e spaziali è stato rimarcato dalla correlazione negativa significativa individuata tra il questionario BESSI con le misurazioni dei livelli di ansia spaziale (-0.26***). Inoltre, la capacità di regolazione emotiva correla negativamente con il numero di pause fatte (-0.15*), ed al contrario correla positivamente con la lunghezza del percorso di esplorazione (0.19**). Questo indica che chi esercita un certo grado di controllo nella gestione delle emozioni, mostra una minor tendenza all'incertezza nell'esplorazione (poche pause) e una maggior inclinazione a muoversi di più nell'ambiente (lunghezza percorso). È stata invece riscontrata una mancata significatività con la quantità di tagli per settori grigi (0.11), con la quantità di pezzi di strada visti due volte (-0.02), e con la quantità di pezzetti di strada visti più di due volte (0.03). Anche i punteggi del questionario in merito all'ansia spaziale risultano non aver prodotto correlazioni significative con la lunghezza di percorso di esplorazione (0.12), il numero di pause fatte (0.07), la quantità di pezzi di strada visti due volte (-0.09), la quantità di pezzetti di strada visti più di due volte (0.08). È presente però, seppur debole, una correlazione negativa con la variabile relativa al numero di tagli per i settori grigi (-0.15), la quale indica che le persone che riportano più ansia spaziale prediligano seguire il percorso tracciato dalle strade, piuttosto che uscire dai confini delimitati da esse stesse.

Tabella 1. Medie, deviazioni standard e correlazioni tra le variabili.

	<i>media</i>	<i>DS</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>1 BESSI Regolazione Emotiva</i>	2,95	0,67							
<i>2 Ansia Spaziale</i>	20,17	5,78	-0.26***						
<i>3 Lunghezza del percorso</i>	1474,26	374,06	0.19**	-0.12					
<i>4. Numero di pause</i>	7,81	5,19	-0.15*	0.07	-0.87***				
<i>5 Quanti tagli per settori grigi</i>	6,18	4,52	0.11	-0.15*	0.43***	-0.39***			
<i>6 Quanti pezzi di strada visti due volte</i>	3,82	2,33	-0.02	0.09	0.35***	-0.34***	0.05		
<i>7. Quanti pezzi di strada visti più di due volte</i>	1,87	1,94	0.03	-0.08.	0.49***	-0.37***	0.10	0.04	
<i>8. Disegno</i>	4,17	2,63	0.05	-0.01	0.07	-0.07	0.09	0.08	0.03

3.2 Ruolo aspetti emotivi su conoscenza *survey* e relazione tra comportamenti di esplorazione e conoscenza *survey*

L'impatto delle componenti emotive sulla conoscenza *survey* è stato indagato mediante le correlazioni tra i due questionari relativi agli aspetti emotivi e al compito di disegno libero. Dalle analisi non emergono correlazioni significative né tra l'accuratezza delle mappe e il questionario sulle capacità di regolazione emotiva (0.05), né tra accuratezza delle mappe e i livelli di ansia spaziale (-0.01).

Inoltre, tra conoscenza *survey* e le altre variabili di esplorazione non sembrano esserci relazioni, ad indicare che il comportamento di esplorazione non sembra impattare sulla rappresentazione mentale dell'ambiente.

CAPITOLO 4: Discussione

Il presente studio si propone di indagare il ruolo dell'ansia spaziale e delle abilità di regolazione emotiva sul comportamento di esplorazione libera tramite analisi correlazionali con variabili relative al comportamento di esplorazione: il numero di pause fatte, lunghezza del percorso, numero di tagli per settori grigi e la quantità di rivisitazioni di pezzi di strada (se sono stati percorsi due o più volte). Il secondo obiettivo della ricerca riguarda la valutazione della relazione tra ansia spaziale e prestazioni cognitive nella rappresentazione spaziale emersa dal compito di disegno di una mappa.

4.1 Correlazioni tra livelli di ansia spaziale e abilità di regolazione emotiva con variabili di esplorazione

I punteggi ottenuti dai questionari finalizzati all'indagine dei livelli di ansia spaziale e delle capacità di regolazione emotiva (BESSI) sono emersi essere in relazione: coloro i quali dispongono maggiori abilità di regolazione emotiva tendono ad avere livelli più bassi di ansia spaziale. Tale risultato è in linea con la letteratura precedente che suggerisce la presenza di un legame tra emozioni positive, le capacità di gestione emotiva e la percezione dello spazio (De Beni et.al, 2014). Inoltre, la regolazione emotiva ha mostrato una correlazione significativa negativa con il numero di pause fatte e positiva con la lunghezza del percorso di esplorazione: ciò potrebbe significare che una migliore capacità nella gestione delle emozioni sia relata ad una propensione nel navigare l'ambiente in modo più esteso, mostrando maggiore apertura alle nuove esperienze (Meneghetti et al.,2019). Per quanto concerne i punteggi del questionario riguardo l'ansia spaziale, l'unica correlazione significativa presente, seppur debole, è stata rilevata con la variabile descrittiva dei tagli dei settori grigi: questo risultato risulta essere in linea con gli studi

precedenti (Pazzaglia et al., 2017) in cui si afferma che individui con maggior piacere nell'esplorazione hanno una maggior tendenza a ricercare scorciatoie per il raggiungimento dell'obiettivo. Tuttavia, non sono state trovate relazioni con altre variabili di esplorazione: questo suggerisce che essa, sebbene correlata con la regolazione emotiva, potrebbe non essere direttamente associata a determinati comportamenti di esplorazione, evidenziandone la complessità delle interazioni tra gli elementi che li definiscono. Sembra che influiscano tratti di personalità (Pazzaglia et. al., 2018), memoria di lavoro visuospatiale (Garden et al., 2002) ed anche aspetti socio-cognitivi determinanti differenze di genere nel comportamento di navigazione (Yang and Merrill, 2016).

4.2 Correlazioni tra livelli di ansia spaziale e abilità di regolazione emotiva con capacità di acquisizione di conoscenza *survey*

Tra l'accuratezza delle mappe disegnate e i punteggi dei questionari relativi alla regolazione emotiva e all'ansia spaziale non emergono correlazioni significative: ciò indica che le abilità emotive degli individui non hanno un impatto diretto sulla qualità della rappresentazione mentale dell'ambiente. Ciò si discosta dalla letteratura precedente (Nori et al., 2023), la quale indica che l'ansia correla negativamente con la qualità della conoscenza spaziale *survey* quando è richiesto agli individui di effettuare *task* spaziali allocentrici, i quali implicano uno sforzo cognitivo maggiore.

Inoltre, la mancanza di relazioni significative tra l'accuratezza del disegno di mappa e le altre variabili di esplorazione suggerisce che il comportamento di navigazione libera in sé potrebbe non influenzare direttamente la rappresentazione mentale dell'ambiente e che altre componenti non considerate nell'analisi potrebbero essere più determinanti nella relazione tra esplorazione e conoscenza topografica degli spazi. Questo risultato contrasta

con molte evidenze di ricerche che hanno confermato l'impatto negativo dell'ansia spaziale su compiti di navigazione (Lawton, 1994; Lawton, 2010; Schmitz, 1997).

4.3 Limiti della Ricerca

La ricerca ha prodotto dei risultati contrari rispetto alle ipotesi iniziali, in cui si prospettava una relazione più significativa tra ansia spaziale, variabili comportamentali di navigazione e l'accuratezza della rappresentazione cognitiva dell'ambiente appreso. L'analisi effettuata è però di tipo correlazionale, che non implica la comprensione dei rapporti di causalità tra le variabili prese in considerazione: per confermare o confutare i tipi di relazioni trovate e soprattutto per approfondirne la direzionalità sarebbero necessari studi longitudinali. La mancata praticità di alcuni partecipanti con l'utilizzo del *joystick* potrebbe rappresentare un limite aggiuntivo: la fase di *training*, necessaria per acquisire familiarità con lo strumento, potrebbe non aver colmato tutte le difficoltà, causando pause e minor lunghezza di percorso effettuato all'interno dell'ambiente virtuale. Inoltre, il campione risulta non essere perfettamente bilanciato, dato che per la maggior parte è costituito da partecipanti di genere femminile: ciò potrebbe limitare la generalizzabilità dei risultati e condizionarli, in quanto esistono evidenze di differenze di genere nelle modalità di navigazione e di costruzione di rappresentazioni mentali (Gagnon et al., 2016; Gagnon et al., 2018; Munion et al., 2019).

4.4 Prospettive Future

I progetti di ricerca futuri potrebbero approfondire la relazione tra esplorazione libera e ansia spaziale, al fine di valutare i contrasti tra il presente studio e le evidenze sull'impatto negativo di essa sulla navigazione e sull'esecuzione di compiti più o meno complessi (Geer et al., 2024; Nori et al., 2023). Un'ipotesi che potrebbe emergere ed essere

ulteriormente indagata riguarda gli effetti del contesto di apprendimento attivo (Perùch et al.,1995) e di spostamento libero sull'individuo: potrebbe esperire una maggiore percezione di autoefficacia e un abbassamento dei livelli di ansia spaziale, con un conseguente miglioramento della performance (Lawton et al., 1994). Inoltre, la rilevazione di una relazione più forte da parte delle misurazioni delle capacità di gestione emotiva sul comportamento esplorativo indica la necessità di concentrarsi maggiormente sullo studio di questo aspetto, il quale è anche fortemente relato all'ansia spaziale. Potrebbero essere inoltre utili degli studi longitudinali per esaminare le relazioni di causalità tra le variabili emotive e il comportamento di esplorazione. Inoltre, sono stati condotte poche ricerche che approfondiscono la tematica della navigazione libera in uno spazio: indagini future potrebbero arricchire la comprensione complessiva di questa dinamica concentrandosi anche su altri aspetti che potrebbero influire sul comportamento spaziale e sulle componenti principali implicate nell'acquisizione di una conoscenza *survey* dell'ambiente.

CAPITOLO 5: Conclusioni

L'interesse per l'analisi della navigazione e della cognizione spaziale è in crescita poiché costituiscono un pilastro essenziale della conoscenza umana, con implicazioni pratiche di rilievo. È stata individuata un'importante variabilità interindividuale nelle abilità visuo-spaziali coordinanti il comportamento di spostamento negli ambienti: essa è dovuta a molti fattori, tra cui anche aspetti emotivi, come ad esempio l'ansia spaziale. In una recente metanalisi è stata rinvenuta una correlazione negativa statisticamente significativa con le abilità spaziali (Geer et al.,2024). Nonostante ciò esistono ancora poche indagini sull'impatto dei livelli di ansia spaziale sul comportamento di esplorazione libera e sull'acquisizione di una conoscenza di tipo topografico dell'ambiente. Per questo nella corrente ricerca, in cui sono stati coinvolti 237 partecipanti, di cui 150 donne e 87 uomini, sono stati posti gli obiettivi: di esaminare le differenze comportamentali nel momento dell'esplorazione tra individui con differenti livelli di ansia spaziale (1) e di analizzare la relazione tra ansia spaziale e prestazioni cognitive nella rappresentazione dell'ambiente emersa dal compito di disegno di mappa (2). In primo luogo sono stati svolti i test cognitivi riguardanti l'analisi della memoria di lavoro ed in seguito è stato svolto il compito di navigazione libera in ambiente virtuale tramite l'utilizzo del *joystick* e, infine, è stata richiesta l'esecuzione del disegno di mappa. Sorprendentemente, dai risultati è emerso che i livelli di ansia spaziale, indagati tramite la compilazione di questionari autovalutativi, non hanno stabilito correlazioni statisticamente significative con molte delle variabili di esplorazione prese in considerazione, se non con la variabile riguardante il numero di tagli. Tale legame suggerisce l'esistenza di una preferenza da parte delle persone più ansiose di seguire percorsi delimitati da strade. È stata però rilevata una forte correlazione tra i livelli di ansia spaziale ed i punteggi dei questionari relativi alle capacità

di regolazione emotiva (BESSI), indicando la presenza di un'importante interconnessione tra la gestione emotiva, l'ansia esperita durante la navigazione e l'esecuzione di *task* spaziali. Inoltre sembra che i dati rilevati tramite il questionario BESSI siano maggiormente collegati alla scelta dei *pattern* di spostamento nell'ambiente: minore è il grado di controllo esercitato sul proprio stato emotivo, maggiore è la tendenza di esecuzione di pause e di percorrenza di tratti più brevi. Nell'analisi dell'impatto dei punteggi ottenuti nei questionari esaminati non sono state rilevate relazioni significative tra le capacità di regolazione emotiva e l'ansia spaziale in relazione all'accuratezza di mappa; ciò contrasta con la letteratura precedente (Nori et al., 2023) in cui si afferma che l'ansia assume un ruolo rilevante di mediatore soprattutto quando sono richiesti *task* spaziali allocentrici, i quali richiedono uno sforzo cognitivo maggiore. Il presente studio perciò suggerisce spunti di indagine successiva con la finalità di chiarire il ruolo della regolazione emotiva nella scelta di determinati comportamenti nello spostamento libero in un ambiente virtuale, oltre che ad approfondimenti rispetto all'interazione tra l'ansia spaziale e capacità di gestione emotiva. Risulterebbero interessanti anche ulteriori analisi dell'influenza dei livelli di ansia spaziale sulle tipologie di compito indaganti la rappresentazione cognitiva dell'ambiente, con il fine di chiarire il ruolo di tale componente emotiva sulle differenze di acquisizione di conoscenza spaziale.

Bibliografia

*fonti non direttamente consultate

Alvarez-Vargas, D., Abad, C., & Pruden, S. M. (2020). Spatial anxiety mediates the sex difference in adult mental rotation test performance. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00231-8>

Barlow, D. H. (2002). *Anxiety and its disorders: The nature and treatment of anxiety and panic* (II), Guilford Press *. <https://doi.org/10.4088/JCP.v64n0318d>

Brooks, A. W., & Schweitzer, M. E. (2011). Can nervous nelly negotiate? How anxiety causes negotiators to make low first offers, exit early, and earn less profit. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 115, 43–54. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2011.01.008>

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

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.

Claessen, M, H, G., & Van Der Ham, I, J, M. (2017). Classification of navigation impairment: A systematic review of neuropsychological case studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 73, 81–97. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.12.015>

De Beni, R., Meneghetti, C., Fiore, F., Gava, L., and Borella, E. (2014). Batteria VS. Abilità Visuospaziali Nell'arco di vita Adulta [VS Battery. Visuo-Spatial Abilities in the Adult Life Span]. *Firenze: Hogrefe* *.

Farran, E, K., Courbois, Y., Van Herwegen, J., & Blades, M. (2012). How useful are landmarks when learning a route in a virtual environment? Evidence from typical development and Williams syndrome. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(4), 571-586.

Farran, E, K., Blades, M., Hudson, K, D., Sockeel, P., & Courbois, Y. (2022). Spatial exploration strategies in childhood; exploration behaviours are predictive of navigation success. *Cognitive Development*, 61, 1–16.

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(1), 82–97. <https://doi.org/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>

Garden, S., Cornoldi, C., & Logie, R. H. (2002). Visuo-spatial working memory in navigation. *Applied Cognitive Psychology. The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 16(1), 35-50.

Geer, E. A., Barroso, C., Conlon, R. A., Dasher, J. M., & Ganley, C. M. (2024). A meta-analytic review of the relation between spatial anxiety and spatial skills. *Psychological Bulletin*, 150(4), 464–486. <https://doi.org/10.1037/bul0000420>

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. (2010). Gender, spatial abilities, and wayfinding. *Handbook of Gender Research in Psychology*, 1, 317-341. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1465-1_16

Lhuillier, S., & Gyselinck, V. (2018). Using virtual reality to represent space: A quick survey of promising methods to investigate spatial knowledge. *Proceedings of the Virtual Reality International Conference (VRIC), Laval Virtual, Laval, France, 57-67.*

Meneghetti, C., Grimaldi, F., Nucci, M., & Pazzaglia, F. (2019). Positive and negative wayfinding inclinations, choice of navigation aids, and how they relate to personality traits. *Journal of Individual Differences.*

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.*

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, 515-534* *.
<https://doi.org/10.1111/00045608.00160>

Montello, D, R. (2005). *Navigation.* Cambridge University Press *.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.008>

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.

Nori, R., Zucchelli M, M., Palmiero, M., & Piccardi, L. (2023). Environmental cognitive load and spatial anxiety: What matters in navigation? *Journal of Environmental Psychology*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102032>.

Pazzaglia, F., Meneghetti, C., Labate, E., & Ronconi, L. (2017). Are wayfinding self-efficacy and pleasure in exploring related to shortcut finding? A study in a virtual environment. *Spatial Cognition X: 13th Biennial Conference, KogWis 2016, Bremen, Germany, September 26–30, 2016, and 10th International Conference, Spatial Cognition 2016, Philadelphia, PA, USA, August 2–5, 2016, Revised Selected Papers* 10 (pp. 55-68)*. Springer International Publishing.

Pazzaglia, F., Meneghetti, C., & Ronconi, L. (2018). Tracing a route and finding a shortcut: The working memory, motivational, and personality factors involved. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 1-11.

Péruch, P., Vercher, J., & Gauthier, G, M. (1995). Acquisition of spatial knowledge through visual exploration of simulated environments. *Ecological Psychology*, 7, 1–20. http://dx.doi.org/10.1207/s15326969eco0701_1

Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>

Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. *Advances in child development and behavior*, 10, 9-55.

Smith, C. A., & Ellsworth, P. C. (1985). Patterns of cognitive appraisal in emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 813–838. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.48.4.813>

Schmitz, S. (1997). Gender-related strategies in environmental development: Effects of anxiety on wayfinding in and representation of a three-dimensional maze. *Journal of Environmental Psychology*, 17, 215–228 *. <https://doi.org/10.1006/jev.1997.0056>

Taylor, H. A., Naylor, S. J., & Chechile, N. A. (1999). Goal-specific influences on the representation of spatial perspective. *Memory & cognition*, 27, 309-319.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189–208. <https://doi.org/10.1037/h0061626>

Waller, D., Knapp, D., & Hunt, E. (2001). Spatial Representations of Virtual Mazes: The Role of Visual Fidelity and Individual Differences. *Human Factors*, 43(1), 147-158. <https://doi.org/10.1518/001872001775992561>

Waller, D., Loomis, J. M., & Haun, D. B. (2004). Body-based senses enhance knowledge of directions in large-scale environments. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 157–163. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03206476>

Wiener, J. M., & Mallot, H. A. (2003). 'Fine-to-coarse' route planning and navigation in regionalized environments. *Spatial cognition and computation*, 3(4), 331-358.

Weisberg, S. M., & Newcombe, N. S. (2018). Cognitive maps: Some people make them, some people struggle. *Current Directions in Psychological Science*, 27(4), 220–226. <https://doi.org/10.1177/0963721417744521>

Yang, Y., & Merrill, E. C. (2016). Cognitive and personality characteristics of masculinity and femininity predict wayfinding competence and strategies of men and women. *Sex Roles*, 76, 747–758. <https://doi.org/10.1007/s11199-016-0626-x>

