



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata

Tesi di laurea Magistrale

***Apprendimento di mappa in situazione pressante:
il ruolo delle differenze individuali***

*Map learning in a pressure situation: the role of individual
differences*

Relatrice

Dott.ssa Muffato Veronica

Laureanda: Anna Falezza

Matricola: 2080355

Anno accademico 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE.....	2
CAPITOLO 1. MEMORIA SPAZIALE ED EMOZIONI	4
1.1 Apprendimento di ambienti ed emozioni	5
1.1.1 Il caso delle emozioni negative e dello stress in relazione all'apprendimento di ambienti	7
1.2 Apprendimento di ambienti in adulti e anziani	10
1.3 Apprendimento di mappe	12
CAPITOLO 2. LO STUDIO.....	16
2.1 Obiettivi	16
2.1.1 Ipotesi	16
2.2 Metodo	17
2.2.1 Partecipanti.....	17
2.2.2 Materiali	17
2.2.3 Procedura	24
2.3 Risultati	25
CAPITOLO 3. DISCUSSIONE	28
CONCLUSIONI	33
BIBLIOGRAFIA	35

INTRODUZIONE

Le nostre abilità di navigazione spaziale, strettamente correlate ad un particolare tipo di memoria che viene definita memoria spaziale, sono necessarie per muoverci in ambienti conosciuti e non della nostra quotidianità. È risaputo che esistano una serie di variabili che possono andare ad influire su questo tipo di abilità: per esempio, sono presenti evidenze di come la memoria spaziale sia una delle prime a subire un declino con l'età, oppure come le emozioni influiscano notevolmente sulle nostre capacità di apprendimento di ambienti.

Questo studio si propone di indagare le differenze che emergono con l'età nell'apprendimento di mappe, con una particolare attenzione sui *middle aged*, una fascia d'età che solitamente viene scarsamente considerata ma che invece sembra essere molto rilevante: infatti, da alcuni studi presenti in letteratura, è emerso che è proprio in questa fascia d'età che la memoria spaziale subisce un declino, dunque molto precocemente rispetto ad altre funzioni del nostro cervello.

Inoltre, in questo studio è stato analizzato anche il ruolo delle emozioni, ponendo l'attenzione sul ruolo dello stress causato da una situazione pressante, per capire se questa variabile situazionale possa influenzare l'apprendimento di mappe in differenti tipologie di compiti. In particolare, sono state analizzate queste variabili in correlazione tra di loro, partendo dal presupposto che con l'avanzare dell'età le persone tenderebbero ad esperire emozioni più positive dei giovani, fattore che potrebbe aiutare a gestire meglio eventuali condizioni pressanti.

Il primo capitolo è un'analisi della letteratura circa il ruolo delle emozioni nell'apprendimento di ambienti e su come queste influenzino la memoria spaziale (con un particolare *focus* sulle emozioni negative e lo stress), sulle differenze che emergono nell'apprendimento di ambienti tra adulti e anziani e infine sull'apprendimento di mappe in generale.

Il secondo capitolo è dedicato alla descrizione dello studio in modo approfondito, partendo dagli obiettivi e dalle ipotesi, per poi procedere con la composizione del campione (composto da 177 partecipanti, di cui 106 raccolti da me), dei materiali utilizzati e del modo in cui essi sono stati somministrati,

concludendo con i dati emersi nei risultati.

Nel terzo capitolo è presente la discussione dei risultati, alla luce della letteratura di riferimento.

CAPITOLO 1

MEMORIA SPAZIALE ED EMOZIONI

Nella quotidianità di ogni essere umano, è un'esperienza comune quella di conoscere ed esplorare l'ambiente che ci circonda, nell'intero ciclo di vita: dal bambino che compie i primi passi nel salotto di casa all'anziano che compie le sue passeggiate nel paese che abita da sempre.

In letteratura, la navigazione spaziale viene definita come un processo intrinsecamente dinamico e multimodale che implica: l'apprendimento della disposizione di nuovi ambienti (mappatura cognitiva), l'aggiornamento della posizione e dell'orientamento mentre ci muoviamo nello spazio (aggiornamento spaziale) e la pianificazione e l'esecuzione di percorsi attraverso gli ambienti appresi per raggiungere le mete (*wayfinding*) (Ekstrom et al., 2017; Montello, 2005).

Un processo che precede la navigazione nell'ambiente che ci circonda è la creazione di una mappa spaziale (anche detta mappa cognitiva; Tolman, 1948), ovvero una rappresentazione interna del *layout* di un ambiente, che consente una gestione flessibile delle informazioni ambientali, come i punti di riferimento e le loro relazioni (Wolbers & Hegarty, 2010).

Il costrutto alla base della creazione di una rappresentazione mentale dell'ambiente è la memoria spaziale. Presupposto necessario per ogni compito di navigazione, è anch'essa un costrutto multidimensionale, che si distingue in: elaborazione dei punti di riferimento (memoria dell'identità dell'oggetto; Postma et al., 2004), elaborazione metrica esatta delle coordinate (memoria posizionale; McNamara et al., 1989) e associazione tra l'identità degli oggetti e le loro posizioni (Kessels et al., 2002).

Una volta analizzati i qui sopra citati costrutti, è necessario prendere in considerazione una serie di fattori che possono influire con le rappresentazioni mentali e le conseguenti mappe mentali, per esempio fattori individuali come età, genere, scolarizzazione o abilità cognitive di base.

Un altro fattore emerso in numerosi studi, che correla ampiamente con le nostre capacità di memoria spaziale e navigazione spaziale, sono le emozioni, le quali meritano un approfondimento per capire come incidano sull'apprendimento di ambienti, in quanto variabili situazionali rilevanti.

1. 1. Apprendimento di ambienti ed emozioni.

Uno dei fattori che può influenzare la nostra memoria spaziale e l'apprendimento dell'ambiente che ci circonda sono le emozioni, presenti nel nostro quotidiano e dunque di fondamentale importanza.

L'idea che si sta diffondendo grazie a numerosi studi è che la nostra cognizione spaziale sia co-determinata dalle caratteristiche del nostro corpo e gli elementi del mondo esterno, e dunque, il modo in cui percepiamo il mondo è anche basato sulle nostre emozioni e sugli stati affettivi del nostro corpo.

Per esempio, alcuni studi hanno dimostrato come i partecipanti stanchi o tristi tendessero a giudicare la pendenza di una collina più ripida rispetto a quando non si sentivano stanchi (Bhalla & Proffitt, 1999; Riener et al., 2011); altri studi hanno dimostrato come partecipanti impauriti tendessero a stimare la collina più ripida rispetto al gruppo di controllo, o a sovrastimare la distanza di un balcone da terra (Stefanucci & Storbeck, 2009; Teachman et al., 2008).

Queste differenze sono riscontrabili tramite le diverse attivazioni rilevate attraverso fMRI: in uno studio che utilizzava un compito di memoria sulla posizione dell'oggetto, i partecipanti esposti a immagini negative piuttosto che positive sono stati più veloci nel recuperare dalla memoria spaziale la posizione di oggetti visti in precedenza (Chan et al., 2014).

Per comprendere come le esperienze affettive vengono codificate, possiamo utilizzare la teoria *'affect-as-information'* (Schwarz & Clore, 2007), che utilizza i concetti di *'valenza'* e *'arousal'*.

Valenza e *arousal* sono considerate le due dimensioni principali di cui le esperienze affettive sono composte: la valenza concerne il valore positivo o negativo dell'esperienza, mentre *l'arousal* concerne le attivazioni come l'eccitazione o la calma (Russel, 1980). Tornando alla teoria, la valenza sarebbe legata al valore degli eventi, mentre *l'arousal* fornirebbe informazioni sull'importanza o sull'urgenza degli eventi: ne consegue che ogni evento può essere considerato in modo ampio, per esempio un'esperienza può essere vissuta negativamente ma con attivazione eccitatoria, oppure in modo positivo ma tranquillamente, ecc.

A livello cerebrale, il circuito amigdala-ippocampo si occupa degli elementi eccitanti sul consolidamento della memoria (*arousal*), mentre il circuito

prefrontale-ippocampo si occupa della codifica controllata correlata alla valenza positiva o negativa di un elemento (Kensinger & Corkin, 2004; Ray & Zald, 2012).

L'importanza di queste dimensioni risiede nel loro contributo alla formazione di ricordi, poiché come emerso in numerosi studi, quando un'esperienza ha un determinato valore emotivo (valenza ed *arousal* di un certo tipo), sembra più semplice che si crei il ricordo e più semplice riattivarlo.

In particolare, quindi, è come queste informazioni vengono combinate che influenza il comportamento di percezione del *layout* dell'ambiente. Per questo motivo, indagare sulla salienza emotiva dei punti di riferimento o degli elementi presenti nel nostro ambiente è fondamentale per capire come gli individui formano le loro rappresentazioni mentali.

Per esempio, numerosi studi hanno mostrato come *item* con alti livelli di *arousal* siano più difficoltosi da mantenere in memoria di lavoro rispetto a quelli con più bassi livelli di *arousal* (Mather et al., 2006), con risultati opposti quando gli elementi eccitanti sono codificati uno per volta ed è coinvolta la memoria a lungo termine (Mather & Nesmith, 2008; Mather & Sutherland, 2011). Se però gli *item* hanno anche valenza positiva, allora quelli ad alto *arousal* hanno un vantaggio su quelli a basso *arousal* (Smith et al., 2011). Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che elementi con alta attivazione porterebbero a prestare maggiore attenzione, e dunque avrebbero un accesso prioritario alla memoria di lavoro (Costanzi et al., 2019; Mather & Nesmith, 2008; Mather & Sutherland, 2011; Schumann et al., 2018): se si aggiunge la valenza positiva, incrementano i livelli di dopamina nel cervello, un importante meccanismo biologico sottostante al controllo esecutivo e memoria di lavoro (Ashby & Isen, 1999).

In aggiunta, molti studi hanno dimostrato che le esperienze negative vengono ricordate più lentamente rispetto a quelle positive (Bar-Haim et al., 2010; Droit-Volet et al., 2010; Gil & Droit-Volet, 2011; Grommet et al., 2011; Johnson & MacKay, 2019), in particolare con stimoli ad alta attivazione rispetto a quelli a bassa attivazione (Angrilli et al., 1997), probabilmente perché stimoli negativi ma eccitanti sono più complessi ed elaborati, e dunque richiedono più tempo per essere recuperati (Faber & Gennari, 2015; Loftus et al., 1987).

Considerando che la nostra memoria spaziale risulta essere influenzata dagli

stati affettivi, è necessario citare altri studi, i quali dimostrano che il ricordo della posizione di elementi che incutono timore (e che alimentano dunque una risposta di stress) porterebbe gli individui a spostarsi nel proprio ambiente in modo più efficace, per evitare potenziali pericoli e minacce (Chan et al., 2014). Per riassumere, dai precedenti studi emergerebbe che la codifica e il recupero di informazioni spaziali e temporali con valenza positiva ed alto *arousal* sarebbero più accurati di quelli con valenza negativa e basso *arousal* (Ruotolo et al., 2021), ma che forse, alcuni stimoli associati a risposte stressanti, porterebbero a muoversi in modo più accurato (Chan et al., 2014).

In conclusione, possiamo dire che i nostri stati affettivi sono in grado di influenzare fortemente la nostra memoria spaziale e di conseguenza come costruiamo le nostre mappe spaziali, che poi utilizziamo per muoverci nell'ambiente che ci circonda, nella vita di tutti i giorni.

1.1.1. Il caso delle emozioni negative e dello stress in relazione all'apprendimento di ambienti

Essendo la navigazione spaziale un'esperienza comune della vita degli esseri umani, è comune anche trovarsi in situazioni stressanti, come perdersi in una città che si conosce poco o essere in ritardo per un appuntamento e non sapere bene che strada prendere.

Numerosi studi si sono dunque occupati degli effetti che lo stress e le emozioni negative possono avere sulle nostre capacità di creare rappresentazioni spaziali mentali, partendo dal presupposto che lo stress acuto abbia effetti sull'attenzione, sulla memoria e sull'apprendimento (Sandi, 2013).

Inoltre, lo stress spesso porta gli individui al passaggio da strategie cognitivamente impegnative a strategie basate sull'abitudine, e nella navigazione spaziale, al passaggio da comportamenti dipendenti dall'ippocampo (che supportano la conoscenza configurale o del luogo) a comportamenti dipendenti dalla corteccia-striatale (che supportano la conoscenza del percorso o della risposta), come si evince dallo studio di Brown et al. (2020).

Alcune zone del nostro cervello sono ampiamente riconosciute dalla letteratura come fondamentali per il funzionamento della nostra navigazione

spaziale e memoria spaziale: il lobo temporale mediale (MTL) (Hassabis et al., 2007; Race et al., 2011,2013), che è necessario per impegnarsi nella prospezione episodica e semantica sul futuro; l'ippocampo, che è responsabile del recupero episodico e prospettico di sequenze spaziali rilevanti per gli obiettivi nei roditori e nell'uomo (Brown et al., 2012; Brown et al., 2014; Ferbinteanu & Shapiro, 2003; Johnson et al., 2007; Lee et al., 2006; Wikenheiser & Redish, 2015; Wood et al., 2000); la corteccia frontopolare (FPC), che potrebbe essere relata a processi come la simulazione di percorsi alternativi e l'impostazione di sotto obiettivi (Spiers & Gilbert, 2015).

Quest'ultima in particolare è una componente della rete di controllo cognitivo frontoparietale (CCN), che si occupa del recupero della memoria e della navigazione, in particolare nella sua parte prefrontale destra, insieme a pianificazione e decisione (Gershman & Daw, 2017; Szpunar et al., 2014).

Lo stress acuto tende a compromettere la probabilità e l'accuratezza del recupero della memoria nell'uomo e nei roditori, presumibilmente a causa di gluco-corticoidi che alterano la funzione della MTL (De Quervain et al., 2003) e inoltre, è stato dimostrato che distrattori, come la pressione del tempo, riducono la fiducia nelle strategie di navigazione basate su mappe e compromettono la navigazione (Brunyè et al., 2017).

Altre prove suggeriscono che, in caso di stress, i substrati del comportamento spesso passano da memorie "dichiarative" flessibili, dipendenti dalla MTL, a memorie "abituale" meno impegnative dal punto di vista cognitivo, dipendenti dalla striatale, o potenzialmente da strategie cognitive esplorative a strategie di sfruttamento (Cohen et al., 2007; Porcelli & Delgado, 2009). Una chiara previsione dei dati umani e animali è che questi spostamenti neurocognitivi in condizioni di stress acuto influiscono sulla capacità di sfruttare in modo flessibile le memorie dichiarative per la simulazione prospettica e riducono l'adozione di scorciatoie efficienti e nuove, poiché la cognizione si limita all'esecuzione di comportamenti familiari e routinari.

Sulla base degli studi sopra citati, a livello neurale, lo stress sembra ridurre l'attività dell'ippocampo posteriore, dell'FPC, del CCN più ampio e delle regioni legate al ricordo (come il giro angolare) durante la pianificazione di percorsi nuovi.

Dal punto di vista comportamentale, lo stress sembra diminuire la probabilità

di prendere scorciatoie nuove e sembra aumentare la lunghezza dei percorsi per raggiungere gli obiettivi.

Nel complesso, i dati forniscono un collegamento critico tra i meccanismi ippocampo-FPC di recupero del percorso diretto all'obiettivo e la pianificazione di nuovi percorsi, la simulazione e l'adozione di strategie libere e dimostrano l'interruzione di questi meccanismi sotto stress.

Un'ulteriore scoperta riguarda gli effetti dello stress sulla pianificazione di percorsi nuovi, che sarebbero maggiori rispetto a quelli familiari. Lo studio di Varshney et al. (2023), in cui gli autori hanno utilizzato il *Dual Solution Paradigm* (Marchette et al., 2011), ha dimostrato che i partecipanti si muovevano in modo peggiore nella situazione pressante e preferivano strade sicure (quelle apprese) alle scorciatoie.

I livelli di stress erano raccolti tramite questionari self-report.

Particolarmente rilevanti in questo studio sono state le tempistiche degli *stressors*, poiché cambiano quale sistema di stress si attiva durante il compito di attivazione: l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA), l'asse simpatico-surrene-midollo (SAM), o entrambi (Richardson & Tomasulo, 2011).

Gli effetti dello stress sull'HPA possono essere mediati dalla cognizione (Dum et al., 2019), mentre le reazioni di stress che attivano il SAM (cioè reazioni su una scala temporale breve) possono essere più affidabili nell'indurre il passaggio da strategie dipendenti dall'ippocampo a strategie dipendenti dalla cortico-striatale.

Tuttavia, sembra doverci essere un livello di apprendimento di base per vedere un cambiamento dovuto allo stress.

Inoltre, l'ansia di tratto è stata correlata all'ansia di stato, indicando che le persone che sono generalmente più ansiose di perdersi o di navigare sperimentano maggiormente gli effetti di uno scenario di navigazione stressante. Sono comunque in grado di costruire delle mappe cognitive, ma differiscono nelle strategie di navigazione, probabilmente perché sono meno sicure di sé e più avverse al rischio, fattore che le porta a non prendere scorciatoie quando non sono sicure di dove porteranno.

Meritano un approfondimento anche gli effetti dello stress sull'apprendimento delle relazioni tra punti di riferimento locali (es. un negozio sul percorso da apprendere) e punti di riferimento globali (es. una torre sullo sfondo) durante

un compito di navigazione con punto di vista egocentrico, riscontrabili nello studio di Credè et al. (2019). Ai partecipanti veniva richiesto di navigare, tramite realtà virtuale, su determinati percorsi di città con una configurazione differente di punti di riferimento, a seconda del gruppo (pressione o controllo). La novità di questo studio risiede nel fatto che lo stress viene manipolato durante la navigazione nel percorso, e non prima, e, contro le aspettative, non si sono trovati vantaggi per i punti di riferimento globali con o senza pressione. Questi risultati potrebbero essere spiegati dal fatto che la pressione temporale, in questo particolare studio, ha agito solo sul sistema noradrenalinergico e non su quello dei glucocorticoidi: infatti, nonostante la memoria di lavoro sia influenzata dal primo, la sua compromissione si verifica solo se il secondo sistema viene attivato simultaneamente.

Questi risultati suggeriscono che, seppur visibili, i punti di riferimento globali non influenzano l'acquisizione dei punti di riferimento locali, né nella situazione pressante né in quella di controllo, forse perché era un'informazione ridondante con informazioni proveniente da altre fonti.

Nonostante il contributo che questi studi hanno dato all'attuale conoscenza che abbiamo sul rapporto tra memoria spaziale, apprendimento spaziale ed emozioni (e stress), hanno il limite di considerare solamente partecipanti giovani. Sarebbe interessante capire cosa accade in persone più anziane, considerando il naturale declino che avviene con l'età nelle abilità di navigazione spaziale.

1.2. Apprendimento di ambienti in adulti e anziani

Come risulta evidente dai precedenti paragrafi, esiste una grande quantità di dati sulle abilità di navigazione spaziale in giovani individui, e una grande carenza su individui più anziani, quando invece la navigazione spaziale efficiente è un'abilità richiesta a tutte le età.

Anzi, il declino naturale degli individui che avviene con l'età sembra spiegare chiaramente le differenze che si riscontrano tra giovani e anziani nei compiti di navigazione spaziale, ma ciò che viene raramente analizzato sono le differenze che si riscontrano anche nei *middle aged*.

Infatti, i risultati dello studio di Yu et al. (2021) hanno dimostrato che sono presenti delle differenze nella navigazione spaziale già a partire dalla mezza

età, in particolar modo nelle capacità di acquisire conoscenze spaziali e nelle strategie di navigazione: questa categoria di individui sembra utilizzare meno strategie dei giovani, e dunque meno scorciatoie, preferendo utilizzare percorsi abituali che conoscono meglio. Dunque, le strategie sono già cambiate nei *middle aged*.

Inoltre, è importante considerare questa categoria di individui poiché sembra che l'abilità di navigazione spaziale sia una delle prime funzioni cognitive a subire un declino con l'età, come riportato dagli studi di Coughlan et al. (2018,2019).

È importante riconoscere queste differenze anche in individui più giovani poiché ci permette di individuare preventivamente eventuali segnali di patologie, al di là del declino naturale degli individui: infatti, la navigazione spaziale sembra essere un *marker* promettente per l'individuazione di individui a rischio demenza. Individui giovani con scarse abilità di navigazione spaziale presentano anche un rischio genetico maggiore correlato alla malattia dell'Alzheimer (Coughlan et al., 2018; Coughlan et al., 2018; Kunz et al., 2015).

Sebbene l'accuratezza della navigazione e dell'apprendimento spaziale diminuiscano con l'età, le autovalutazioni spaziali, invece, possono addirittura aumentare, tenendo in considerazione che queste sono sempre positivamente correlate con l'accuratezza dell'apprendimento ambientale (perlomeno negli uomini anziani rispetto ai giovani anziani, meno nelle donne) (Muffato et al., 2017).

Per quanto riguarda l'ansia spaziale, esistono dati discordanti in letteratura, ma in questi studi emerge che dopo i 66 anni essa aumenta esponenzialmente: l'ansia potrebbe in qualche modo essere mediata dalle esperienze accumulate, a seconda delle differenze individuali (Muffato et al., 2023).

Un aspetto particolarmente importante da analizzare è quello dell'apprendimento di mappe: anche qui, esiste una carenza in letteratura di studi che considerando questa particolare abilità in correlazione all'età, e al declino ad essa associato.

1.3. Apprendimento di mappe

Le mappe sono una delle modalità più utili per apprendere l'ambiente che ci circonda e per capire come muoversi al suo interno: rappresentano l'ambiente da un punto di vista aereo, mostrano la posizione dei punti di riferimento (comprese le relazioni fra loro) e la distanza tra essi.

Inoltre, la letteratura si sta espandendo sempre di più su quelli che sono gli effetti dell'invecchiamento sull'apprendimento spaziale tramite mappa: sembra che invecchiando gli individui siano meno abili nel creare mappe mentali, in correlazione al deterioramento dell'ippocampo.

Adottare una modalità allocentrica per presentare le informazioni spaziali (come per esempio l'utilizzo di una mappa) potrebbe favorire ed aiutare la creazione di una mappa spaziale, rispetto alla modalità egocentrica adottata nelle realtà virtuali (Montello et al., 2004), anche ci sono dati discordanti a riguardo. Infatti, quando l'informazione spaziale viene appresa in modo egocentrico e si forma una rappresentazione mentale, le sue caratteristiche sono facilmente accessibili, non accade però lo stesso con le caratteristiche allocentriche, che possono essere recuperate solo a un costo in termini di precisione. Anche perché vengono attivate reti parzialmente diverse: aree posteromediale e mediotemporali per l'allocentrico (basate sull'ippocampo), aree parietali e frontali posteriori per l'egocentrico (basate sul nucleo caudato) (Colombo et al., 2017; Galati et al., 2010; Harris et al., 2012). Quello che è certo, è che, quando si invecchia, si ha maggiore difficoltà nel passaggio dall'uno all'altro punto di vista.

Gli anziani hanno maggiori difficoltà rispetto ai giovani nel ricordare le informazioni apprese da una mappa in alcuni casi, per esempio quando devono immaginare di assumere una posizione diversa sulla mappa stessa, quando il formato della risposta cambia o quando devono individuare le relazioni spaziali tra i punti di riferimento (Borella et al., 2015). Potrebbe essere più semplice invece quando le informazioni codificate in una mappa vengono poi recuperate nello stesso formato (es. disegnare liberamente una mappa dell'ambiente), poiché il formato e l'azione corrispondono all'input utilizzato nella fase di apprendimento della mappa (Allison & Head, 2017; Yamamoto & DeGirolamo, 2012).

Va sottolineato che in questi studi solo il numero di punti di riferimento che le persone hanno ricordato sembrava subire un declino con l'età, mentre il ricordo della loro posizione l'uno rispetto l'altro potrebbe essere rimasto intatto (Muffato et al., 2017), aspetto che andrebbe approfondito in relazione all'età adulta.

Inoltre, si deve considerare il normale declino della memoria di lavoro visuo-spaziale (VSWM), ovvero l'abilità di trattenere ed elaborare le informazioni visuo-spaziali, che si associa all'invecchiamento, insieme agli altri fattori visuo-spaziali quali le abilità cognitive spaziali (come la rotazione mentale), e le preferenze individuali sulle strategie impiegate per apprendere e rappresentare un ambiente (Lohman, 2014).

In alcuni studi di Muffato et al. (2017,2019,2021,2022,2023), gli anziani hanno mostrato maggiori difficoltà nel ricordare i punti di riferimento dopo aver appreso una mappa, ma non nella sequenzialità degli stessi elementi, a dimostrazione del fatto che gli anziani non hanno alcuna difficoltà a ricordare la generale disposizione ma solo nel ricordare la posizione di alcuni di essi. Questo ri-conferma che non tutti gli aspetti delle rappresentazioni mentali si deteriorano con l'età, ma solo quelli correlati al generale declino della memoria che avviene in tutte le persone. In particolare, la memoria di localizzazione degli oggetti sembra preservarsi, mentre quella posizionale si deteriora.

Un altro fattore correlato all'età è il piacere di esplorare, il quale sembra fungere da mediatore tra il declino dovuto all'età e l'apprendimento di mappe: le persone che riportano piacere nell'esplorazione sembrano essere più avvantaggiate di altre nell'apprendimento.

Infatti, questi partecipanti tendono a posizionare dei punti di riferimento anche se non sono sicuri di essi, a differenza dei partecipanti più cauti che non riportano gli stessi valori di piacere nell'esplorazione (c'è da sottolineare che anche la propensione al rischio declina con l'età).

Questo aspetto sembra subire un declino dopo i 71 anni.

Un aspetto innovativo analizzato nei recenti studi, tenendo sempre a mente i fattori interni ed esterni che potrebbero influire sull'apprendimento spaziale, è il livello generale di cognizione, misurabile tramite strumenti come il *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA, Nasreddine et al., 2005).

Lo studio di Muffato et al. (2021) ha approfondito proprio questo aspetto:

indagare la qualità delle rappresentazioni mentali mediante richiamo libero dei punti di riferimento (oltre che le loro relazioni in termini di distanza), aggiunto ad un compito di disegno delle mappe (dopo una fase iniziale di apprendimento) in gruppi di giovani, giovani-vecchi e grandi vecchi.

I risultati hanno riportato, in linea con la letteratura, differenze nel numero di punti di riferimenti ricordati tra il gruppo dei giovani e degli anziani, con un peggioramento significativo tra i giovani-vecchi e i grandi vecchi. Il peggioramento generale era presente anche nell'accuratezza canonica e della distanza, mentre era assente la differenza tra i gruppi nel posizionare i punti di riferimento sulla mappa.

Questi risultati suggeriscono un peggioramento della memoria nell'invecchiamento, che viene attenuato marcatamente quando la lista dei punti di riferimenti viene fornita dal compito.

Inoltre, punteggi elevati al MoCA (e dunque un funzionamento cognitivo generale migliore) correlavano con una migliore prestazione nelle prove di ricordo libero dei punti di riferimento e nei compiti di richiamo delle relazioni in termini di distanza. Anche altri fattori sono stati considerati, come per esempio il livello di scolarizzazione e l'ansia spaziale. In particolare, alti livelli di quest'ultima sarebbero dannosi per l'individuazione accurata delle distanze tra i punti di riferimento, anche se, sembrano portare al posizionare più punti di riferimento sui compiti di disegno della mappa, risultato che potrebbe riflettere la generale attivazione dell'attenzione in un compito che percepiscono come stressante.

Come si evince dal presente capitolo, la letteratura sottolinea l'importanza della navigazione spaziale e della memoria spaziale a tutte le età, in quanto fondamentale per l'apprendimento dell'ambiente che ci circonda.

Il ruolo delle emozioni viene profondamente esplorato, in quanto sia lo stato affettivo delle persone (tratto) che le emozioni riportate in seguito a manipolazioni, per esempio le emozioni legate ai punti di riferimento (stato affettivo di stato, situazione) sembrano giocare un ruolo importante nell'apprendimento di un percorso, in particolar modo lo stress e le emozioni negative (che possono migliorare o peggiorare la prestazione).

La letteratura è colma di studi su partecipanti giovani, mentre risulta carente di studi sulle abilità spaziali negli anziani ma soprattutto nei *middle aged*,

quando invece sarebbe di fondamentale importanza, considerando che il declino di questa abilità avviene molto più precocemente rispetto ad altre. Inoltre, risulta interessante approfondire il ruolo dell'età in relazione alle emozioni, visto il cambiamento nella loro regolazione che avviene invecchiando. Esistono numerose teorie che spiegano come la regolazione delle emozioni subisca un cambiamento con l'avanzare dell'età (Carstensen, 1992; Labouvie-Vief, 2003; Magai et al., 2006). In particolare, la teoria della selettività socioemotiva di Carstensen afferma che gli anziani operino una selezione delle relazioni sociali al fine di aumentare la soddisfazione emotiva, anche grazie a diversi obiettivi e diversa percezione del tempo che si sviluppano con l'età. In questa ricerca è dunque presente anche un'indagine su come questo aspetto possa influenzare le abilità di navigazione e apprendimento spaziale.

Il *focus* di questo studio è dunque sulle abilità relate all'apprendimento di mappe (abilità che risultano subire un declino con l'avanzare dell'età) e sui fattori che potrebbero influire, sia di tratto che di stato.

CAPITOLO 2

LO STUDIO

2.1. Obiettivi

L'obiettivo della presente ricerca è quello di analizzare gli effetti che le situazioni pressanti possono avere sull'apprendimento di una mappa, e come questi fattori incidono sul ricordo dei punti di riferimento, sul loro ordine ed infine sulla stima di distanza degli stessi, considerando anche il ruolo di fattori individuali come età e ansia spaziale.

L'interesse verte anche sul ruolo delle emozioni, sia in termini di attivazione che di valenza, per capire come i partecipanti percepiscano la situazione pressante, ovvero se ci sia da parte di tutti la stessa percezione o se siano presenti delle differenze situazionali.

Il campione prevede individui dai 18 ai 69 anni per capire se eventuali differenze di prestazione emergano già negli adulti e nei giovani-anziani.

2.1.1. Ipotesi

Ci si aspetta che con l'avanzare dell'età l'apprendimento di mappe subisca un declino (Borella et al., 2015) già a partire dagli adulti e dai *middle aged* e non solo nei grandi vecchi (Muffato et al., 2021).

Un'altra ipotesi è che l'ansia spaziale influisca negativamente sull'apprendimento di mappe (Brown et al., 2020; Credé et al., 2019; Varshney et al., 2023), e dunque che punteggi alti nel questionario di ansia spaziale correlino poi con una prestazione peggiore nei compiti di ricordo a seguito dell'apprendimento spaziale.

Inoltre, ci si aspetta che gli individui con più alta ansia spaziale percepiscano la situazione pressante connotata più negativamente.

Ci si aspetta anche una differenza di prestazione tra la condizione pressante e quella non pressante, ovvero che la prima porti a performance migliori o peggiori nei compiti di ricordo a seconda di come lo stress indotto influisce sull'efficacia della memoria spaziale e di conseguenza sul ricordo dei punti di riferimento e la loro posizione (Chan et al., 2014; Ruotolo et al., 2019).

Un'altra ipotesi possibile è che siano presenti delle differenze individuali sulla percezione delle emozioni, indipendenti dalla condizione, che influenzano in

modo significativo la performance: provare emozioni negative potrebbe impattare il ricordo positivamente (Chan et al., 2014), mentre provare emozioni positive (Ruotolo et al., 2019) potrebbe aumentare la prestazione, indipendentemente dalla condizione.

2.2. Metodo

2.2.1. Partecipanti

Il campione analizzato è composto da 177 partecipanti (90 donne e 87 uomini), di età compresa tra i 18 e i 69 anni, di cui 106 raccolti da me tramite piattaforme online e passaparola, i quali hanno preso parte volontariamente alla ricerca.

Il campione è stato diviso in tre fasce d'età: 18-34 anni (61 persone; 30 femmine e 31 maschi), 35-49 anni (46 persone; 22 femmine e 24 maschi) e 50-69 anni (70 persone; 38 femmine e 32 maschi).

Si veda Tabella 2.1 per numerosità, scolarità ed età del campione suddiviso in gruppi d'età.

Tabella 2.1. Numerosità, scolarità ed età del campione suddiviso in gruppi d'età.

	<i>18-24 anni</i>		<i>35-49 anni</i>		<i>50-69 anni</i>	
	<i>Donne</i>	<i>Uomini</i>	<i>Donne</i>	<i>Uomini</i>	<i>Donne</i>	<i>Uomini</i>
<i>N</i>	30	31	22	24	38	32
<i>Età (M)</i>	24.87		41.72		57.80	
<i>Età (DS)</i>	4.24		4.28		5.41	
<i>Scolarità (M)</i>	14.02		13.43		11.70	
<i>Scolarità (DS)</i>	2.11		3.36		3.49	

2.2.2. Materiali

QUESTIONARIO SULLE INFORMAZIONI GENERALI

In questo questionario vengono richieste informazioni circa età, genere, scolarità ed eventuale presenza di disturbi.

QUESTIONARIO PANAS SULLE EMOZIONI TIPICAMENTE ESPERITE (Terraciano et al., 2003)

IL PANAS (Watson et al., 1988) è uno degli strumenti più utilizzati per valutare gli stati affettivi positivi e negativi. Qui è stata usata la versione italiana validata da Terraciano et al. (2003).

Misura due dimensioni distinte e indipendenti: l'affetto positivo e l'affetto negativo.

Il questionario è composto da 20 aggettivi, 10 per la scala di affetto positivo (PA) e 10 per la scala di affetto negativo (NA).

La sottoscala PA riflette il grado in cui una persona si sente, per esempio, entusiasta, attiva e determinata; la sottoscala NA fa riferimento ad alcuni stati spiacevoli generali come, per esempio, la rabbia, la colpa e la paura.

Il partecipante deve valutare quanto si sente generalmente nel modo descritto dall'aggettivo, rispondendo su una scala Likert a 5 punti (1=per nulla, 2=poco, 3=moderatamente, 4=abbastanza, 5=estremamente).

Esempi di aggettivi sono "interessato", "entusiasta", "deciso", "angosciato", "ostile" e "nervoso".

Il punteggio è la somma dei punteggi agli *item* PA e NA.

Il questionario ha dimostrato nel presente campione buona affidabilità: Alpha di Cronbach PA = 0,83, Alpha di Cronbach NA = 0,85.

QUESTIONARIO ANSIA SPAZIALE (SAS, De Beni et al., 2014)

La scala qui presente è un adattamento di De Beni et al. alla Scala dell'ansia spaziale di Lawton (1994).

La Scala dell'ansia spaziale SAS è stata sviluppata per misurare il livello di ansia che i soggetti proverebbero in sei situazioni che si presume richiedano abilità spaziali/di navigazione (esempio di *item*: "Sapersi muovere in un ambiente che si conosce poco, ad es. Centro commerciale").

Ai partecipanti viene chiesto di valutare il loro livello di ansia su una scala Likert

a 6 punti (1=nessuna ansia, 2=pochissima ansia, 3=poca ansia 4 =abbastanza ansia, 5-=molta ansia, 6=moltissima ansia).

Il punteggio è la somma delle risposte agli *item*.

L'Alfa di Cronbach per questa scala è pari a 0,89 per il campione attuale.

DOMANDA SULL'UTILIZZO DEL GPS (costruito ad hoc).

Ai partecipanti viene chiesto con quale frequenza utilizzano il navigatore/GPS, la risposta viene espressa tramite scala Likert a 6 punti (1= per nulla, 2=pochissimo, 3=poco, 4=abbastanza, 5=molto, 6= moltissimo).

VALUTAZIONE DELL'EMOZIONE E DELL'ATTIVAZIONE/*AROUSAL*
(*Affective slider*, Betella & Verschure, 2016).

L'Affective Slider è composto da due *sliders* che misurano le emozioni di base in termini di piacere ed eccitazione su una scala continua, calibrata sul *Self assessed manikin* (SAM, Bradley & Lang, 1994)

ISTRUZIONI DI MANIPOLAZIONE SITUAZIONE PRESSANTE O MENO
(create ad hoc).

Sono stati creati due testi per favorire l'immergersi in una situazione: stressante o non stressante (controllo). I testi sono mostrati in Tabella 2.2.

Tabella 2.2. Testi delle due situazioni: situazione stressante e situazione non stressante (controllo).

<i>Città</i>	<i>Situazione pressante (pressione legata al tempo)</i>	<i>Situazione non pressante (controllo)</i>
<i>Città A</i>	<p>Ti trovi in una città che non conosci. Hai prenotato una barca per tornare a casa dal PONTE in riva al mare e decidi di aprire la tua app di navigazione sul cellulare per vedere il percorso migliore da fare. Ti accorgi però che hai solo 3 minuti di autonomia di batteria del cellulare, poi si spegnerà. Decidi quindi di studiare al meglio la mappa e imparare il percorso, concentrandoti ad apprendere gli elementi importanti che troverai lungo la strada. I prossimi 3 minuti di apprendimento sono il tuo unico tentativo per apprendere la via e memorizzare gli elementi importanti che incontrerai. Devi assolutamente raggiungere il pontile in tempo, altrimenti perderai la barca e sarai bloccato. Apprendi quindi ora al meglio percorso ed elementi.</p>	<p>Ti trovi in una città che non conosci. Hai prenotato una barca per tornare a casa dal PONTE in riva al mare e decidi di aprire la tua app di navigazione sul cellulare per vedere il percorso migliore da fare. Ti accorgi che sei in anticipo e puoi dedicarti a visitare i punti importanti durante questo percorso. Decidi quindi di studiare al meglio la mappa e imparare il percorso, concentrandoti ad apprendere gli elementi importanti che troverai lungo la strada. I prossimi 3 minuti sono un'opportunità per apprendere la via e memorizzare gli elementi importanti che incontrerai. Avrai poi tutto il tempo per raggiungere il ponte, prendere la barca e tornare a casa. Apprendi quindi ora al meglio percorso ed elementi.</p>
<i>Città B</i>	<p>Ti trovi in una città che non conosci. Hai prenotato una barca per tornare a casa dal FARO in riva al mare e decidi di aprire la tua app di navigazione sul cellulare per vedere il percorso migliore da fare. Ti accorgi però che hai solo 3 minuti di autonomia di batteria del cellulare, poi si spegnerà. Decidi quindi di studiare al meglio la mappa e imparare il percorso, concentrandoti ad apprendere gli elementi importanti che troverai lungo la strada. I prossimi 3 minuti di apprendimento sono il tuo unico tentativo per apprendere la via e memorizzare gli elementi importanti che incontrerai. Devi assolutamente raggiungere il pontile in tempo, altrimenti perderai la barca e sarai bloccato. Apprendi quindi ora al meglio percorso ed elementi.</p>	<p>Ti trovi in una città che non conosci. Hai prenotato una barca per tornare a casa dal FARO in riva al mare e decidi di aprire la tua app di navigazione sul cellulare per vedere il percorso migliore da fare. Ti accorgi che sei in anticipo e puoi dedicarti a visitare i punti importanti durante questo percorso. Decidi quindi di studiare al meglio la mappa e imparare il percorso, concentrandoti ad apprendere gli elementi importanti che troverai lungo la strada. I prossimi 3 minuti sono un'opportunità per apprendere la via e memorizzare gli elementi importanti che incontrerai. Avrai poi tutto il tempo per raggiungere il Faro, prendere la barca e tornare a casa. Apprendi quindi ora al meglio percorso ed elementi.</p>

I due testi risultano molto simili tra di loro: frasi simili, simile numero di parole, ma cambia radicalmente la situazione descritta.

La situazione pressante è caratterizzata da un contenuto di ansia indotto dalla poca autonomia della batteria del telefono: il partecipante si immedesima nella situazione in cui l'arrivo o meno al punto prestabilito dipende dalla sua memoria spaziale, e ha solo 3 minuti per apprendere tutto il percorso al fine di arrivare alla destinazione prefissata.

La situazione di controllo, invece, è una situazione meno ansiogena: il partecipante deve comunque apprendere un percorso per arrivare ad una destinazione, ma sa che il suo arrivo al punto prestabilito non dipende solamente dalla sua memoria spaziale.

Nonostante abbia comunque 3 minuti di tempo, la situazione non viene percepita come pressante perché non si accenna alla batteria del telefono scarica.

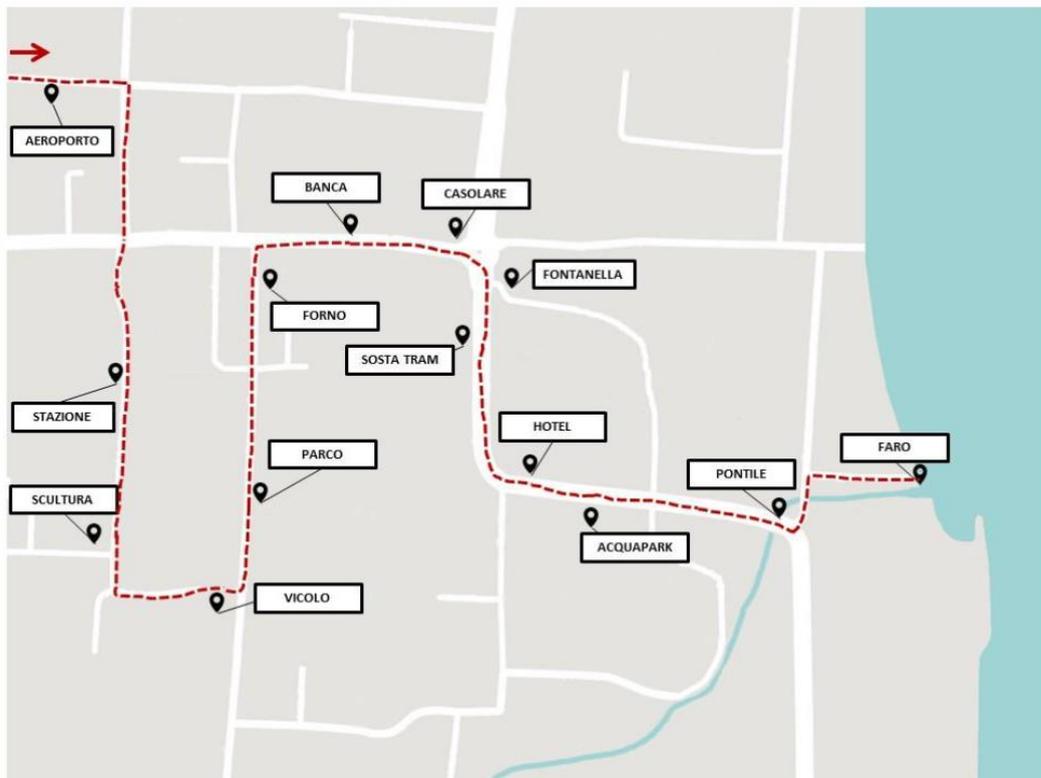
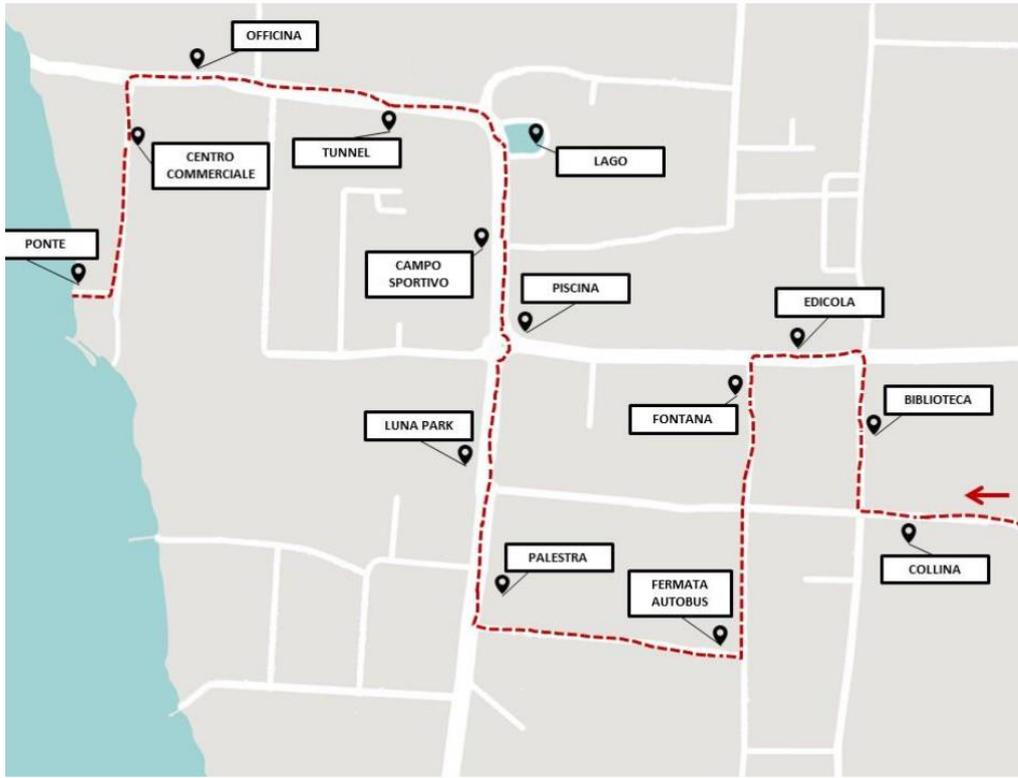
APPRENDIMENTO DI MAPPE (create ad hoc).

Le due mappe sono caratterizzate da un percorso che si snoda attraverso 14 elementi, differenti a seconda della città che si accingono ad apprendere (es. Stazione, Acquapark, Hotel ecc.).

Gli elementi rappresentano i punti di riferimento che il partecipante deve memorizzare per raggiungere la sua destinazione, che si trova alla fine del percorso.

In alto a destra è presente un simbolo che rappresenta la percentuale di batteria del telefono (nella situazione pressante è scarica, nella situazione non pressante è carica).

Si vedano es. di apprendimento di mappa in situazione pressante vs. non pressante che seguono.



COMPITI DI RICORDO:

Compito di ordine degli elementi incontrati (creato ad hoc).

Il primo compito somministrato ai partecipanti richiede di ricordare in ordine tutti gli elementi presenti nella mappa, inserendoli in appositi spazi.

Il compito verrà corretto in base a quanti elementi spaziali ricorda il partecipante e se li ricorda nell'ordine corretto.

Compito di stima della distanza (creato ad hoc).

Il secondo compito richiede di effettuare una stima di distanza in linea d'aria tra un elemento presente nella mappa appresa e il punto di arrivo (PONTE per la città A o FARO per la città B).

Questo per un totale di 4 *item* (*landmark*).

Per fare ciò, i partecipanti devono utilizzare degli *sliders* che vanno da 0 a 1000 metri.

Nelle istruzioni viene indicata la lunghezza totale del percorso passando da tutti gli elementi (che è di 1000 m).

Il compito verrà corretto valutando la differenza in metri tra la risposta data dal soggetto e quella corretta (valore assoluto).

Compito distrattore con operazioni matematiche (creato ad hoc).

Il compito consiste in due operazioni matematiche ($11+7$ e $100-7$) a cui i partecipanti rispondono tramite selezione tra due diverse opzioni, contenenti diversi risultati. Questo compito viene utilizzato come compito distrattore tra il primo e il secondo apprendimento di mappa.

Compiti di controllo della manipolazione (creato ad hoc).

In questi compiti viene richiesto al partecipante di ricordare il punto di riferimento da raggiungere durante il primo apprendimento, con annessa una domanda su quanto sia riuscito ad immedesimarsi nella situazione, a cui dovrà rispondere tramite scala Likert a 5 punti (1=per niente, 2=poco, 3=abbastanza, 4=molto, 5=moltissimo).

Viene somministrato un secondo compito di controllo della manipolazione, con uguale procedura, per il secondo apprendimento.

2.2.3. Procedura

I questionari e le diverse prove di apprendimento e memoria sono stati implementati attraverso la piattaforma Qualtrics e distribuiti tramite un link inviato per mezzo di varie piattaforme e social media (Whatsapp, Facebook, Instagram, Telegram e simili) e diffuso grazie al passaparola.

La raccolta è stata svolta tra dicembre 2023 e gennaio 2024 e la compilazione richiedeva circa 25 minuti di tempo.

Per prima cosa ogni partecipante, dopo aver aperto il link, è stato invitato a leggere e firmare il consenso informato, per poi procedere alla compilazione delle informazioni generali ed iniziare con il questionario relativo alle emozioni tipicamente esperite e il questionario di valutazione dell'ansia spaziale.

In seguito, al partecipante è stata somministrata la domanda sull'utilizzo del GPS e una prima valutazione dello stato di attivazione e valenza (*affective slider* pre-primo apprendimento di mappa).

A questo punto al partecipante è stato richiesto di leggere le istruzioni di manipolazione, al fine di immergersi adeguatamente nella situazione, che poteva essere, casualmente, pressante o di controllo.

Una volta lette queste istruzioni al partecipante è apparsa la prima mappa con i diversi elementi da memorizzare, in 3 minuti di tempo.

Alla fine del tempo, la pagina proseguiva in automatico e veniva richiesta una seconda valutazione dello stato di valenza e attivazione del momento (*affective slider* post-primo apprendimento mappa).

Dopodiché è stato somministrato il primo compito di ricordo: l'inserimento di tutti gli elementi appresi della mappa, nell'ordine corretto.

In seguito, al partecipante è stato somministrato il compito di stima della distanza.

Al termine di questi compiti di ricordo è stato somministrato un compito distrattore (operazioni matematiche) al fine di distogliere l'attenzione del partecipante dalla mappa che aveva appena appreso.

Si è passati dunque alla seconda parte, con un'altra valutazione dello stato di valenza e attivazione (*affective slider* pre-secondo apprendimento).

A questo punto, sono state somministrate le istruzioni contenenti la situazione opposta a quella del primo caso, e un'altra mappa con degli elementi differenti

da memorizzare.

In seguito, una valutazione dello stato di valenza e attivazione (*affective slider* post-secondo apprendimento).

Successivamente sono stati proposti il compito di ricordo degli elementi e di stima della distanza, come dopo il primo apprendimento.

Infine, come ultimo compito di controllo della manipolazione, è stato richiesto al partecipante di:

1) ricordare quale fosse l'obiettivo da raggiungere nella prima mappa, 2) valutare quanto sia riuscito ad immedesimarsi nella situazione, per entrambe le mappe.

2.3. Risultati

Per ognuna delle variabili dipendenti (ordine dei punti di riferimento e stima di distanza) sono stati svolti dei modelli di regressione. Come predittori sono stati inseriti il gruppo di età (18-34 anni, 35-49 anni e 50-69 anni), la condizione (non pressante vs pressante), la valenza e *arousal* dati alla situazione e l'ansia spaziale di tratto.

Si veda Tabella 2.3 per le statistiche descrittive delle variabili dipendenti divise per gruppo e condizione.

Tabella 2.3. Statistiche descrittive

Age Group	18-34 anni		35-49 anni		50-69 anni	
	M	DS	M	DS	M	DS
Ordine dei punti di riferimento (situazione pressante)	10,46	3,94	8,28	4,52	10,03	8,88
Ordine dei punti di riferimento (situazione non pressante)	11,62	2,92	8,28	4,46	9,54	3,87
Errori stima di distanza (situazione pressante)	209,19	97,25	220,35	129,35	213,15	113,17
Errori stima di distanza (situazione non pressante)	200,8	101,69	224,15	101,92	202,51	103,01

Per quanto riguarda il compito di ricordo dei punti di riferimento, dai risultati è emerso solo il ruolo dell'*arousal*: i partecipanti che si mostravano attivati, indipendentemente dalla condizione (pressante vs non pressante) e dal gruppo d'età, avevano delle prestazioni migliori nel compito ($p= 0,001$).

Per quanto riguarda l'età, invece, emerge un'indicazione per cui il gruppo 50-69 anni sembra avere delle prestazioni leggermente inferiori a quello di età 18-34 anni. .

Si vedano beta standardizzati, intervalli di confidenza e valori di p per il compito di ricordo e ordine dei punti di riferimento in Tabella 2.4.

Tabella 2.4. Beta standardizzati, intervalli di confidenza e valori p (Ordine dei punti di riferimento)

<i>Predittori</i>	<i>Std Beta</i>	<i>CI standardizzato</i>	<i>p</i>
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 18-34]</i>	0,33	-0,00 – 0,66	0,053
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 35-49]</i>	-0,28	-0,65 – 0,08	0,122
<i>Condizione [pressante vs non pressante]</i>	0,06	-0,26 – 0,39	0,697
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 18-34] × condizione [pressante vs non pressante]</i>	-0,30	-0,77 – 0,17	0,209
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 35-49] × condizione [pressante vs non pressante]</i>	-0,01	-0,52 – 0,50	0,981
<i>ValenzaPOSTmenoPRE</i>	0,06	-0,05 – 0,17	0,284
<i>ArousalPOSTmenoPRE</i>	0,19	0,08 – 0,30	0,001
<i>QAS</i>	0,01	-0,09 – 0,11	0,827

Per quanto riguarda il compito di stima della distanza, è emerso come rilevante solamente il ruolo dell'ansia spaziale: infatti, i partecipanti che riportano valori più alti di questa variabile sembrano avere delle prestazioni peggiori in questa tipologia di compito ($p= 0,042$).

Si vedano beta standardizzati, intervalli di confidenza e valori di p per quanto riguarda il compito di stima della distanza in Tabella 2.5.

Tabella 2.5. Beta standardizzati, intervalli di confidenza e valori di p (Stima della distanza)

<i>Predittori</i>	<i>Std Beta</i>	<i>CI standardizzato</i>	<i>p</i>
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 18-34]</i>	-0,01	-0,36 – 0,33	0,945
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 35-49]</i>	0,23	-0,15 – 0,60	0,232
<i>Condizione [pressante vs non pressante]</i>	0,09	-0,24 – 0,42	0,602
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 18-34] × condizione [pressante vs non pressante]</i>	-0,00	-0,49 – 0,48	0,987
<i>Gruppo d'età [50-69 vs 35-49] × condizione [pressante vs non pressante]</i>	-0,14	-0,67 – 0,39	0,611
<i>ValenzaPOSTmenoPRE</i>	0,05	-0,07 – 0,16	0,423
<i>ArousalPOSTmenoPRE</i>	0,02	0,09 – 0,14	0,685
QAS	0,11	-0,00 – 0,21	0,042

CAPITOLO 3

DISCUSSIONE

Nella presente ricerca, che ha compreso un campione di 177 partecipanti (90 donne e 87 uomini) di età compresa tra i 18 e i 69 anni, suddivisi in tre fasce d'età (18-34 anni, 35-49 anni e 50-69 anni), è stato utilizzato un questionario online con l'obiettivo di valutare gli effetti che le situazioni pressanti possono avere sull'apprendimento di una mappa, sul ricordo dei punti di riferimento e sulle loro relazioni spaziali, considerando anche il ruolo di fattori individuali come l'ansia spaziale, e di fattori situazionali come le emozioni riportate in seguito alla situazione proposta.

Il campione è stato diviso in tre fasce d'età per valutare come questi fattori si modificano con l'avanzare dell'età, considerando le evidenze in letteratura riguardanti i cambiamenti precoci che avvengono nella memoria spaziale.

I risultati ottenuti per ogni variabile di interesse e le altre variabili indagate sono commentati di seguito.

Per quanto riguarda la prima variabile dipendente, ovvero l'ordine dei punti di riferimento, è emersa una correlazione positiva con l'*arousal*, valutato tramite *affective slider* (Betella & Verschure, 2016) prima e dopo ogni compito di ricordo: indipendentemente dalla condizione (pressante o di controllo) e dal gruppo d'età, se il partecipante risultava attivato aveva una prestazione migliore nel compito di ricordo dell'ordine dei punti di riferimento.

Questo risultato è in linea con quanto emerso in letteratura, considerando che in numerosi studi alti livelli di *arousal* erano correlati con un miglior ricordo di elementi, probabilmente perché una alta attivazione permette di prestare maggiore attenzione e avere un accesso prioritario alla memoria di lavoro (Costanzi et al., 2019; Mather & Nesmith, 2008; Mather & Sutherland, 2011; Schümann et al., 2018).

Contrariamente a quanto emerso in letteratura, invece, la valenza non è risultata significativa in correlazione alla prestazione di questo compito: in diversi studi, la valenza positiva, insieme ad alti livelli di *arousal*, aumentava la probabilità e l'accuratezza del ricordo degli elementi (Ruotolo et al., 2021).

Nel nostro studio, invece, la prestazione non sembra essere legata alla valenza delle emozioni espresse dai partecipanti: infatti, alcune persone nel

campione valutavano come positiva anche la situazione pressante, dimostrando l'esistenza di ampie differenze individuali anche nella percezione della situazione.

Seppure non significativo, è emerso un peggioramento della prestazione per la fascia d'età 50-69 anni quando correlata alla fascia d'età 18-34 anni, risultato che si può spiegare tramite il naturale declino della memoria che avviene con l'età, già presente nei *middle aged* (Yu et al., 2021).

Escluso questo dato, non sono emerse differenze significative tra i vari gruppi d'età, diversamente da quanto ci si potesse aspettare: nonostante le evidenze dei cambiamenti che avvengono nella memoria spaziale, nell'utilizzo delle strategie di navigazione e nelle abilità di acquisizione delle informazioni spaziali (De Beni et al., 2014; Lohman, 2014), questo studio ha riportato prestazioni simili per tutte e tre le fasce d'età.

Questo risultato potrebbe essere dovuto al fatto che, nonostante le differenze d'età presenti tra i partecipanti, la visione della mappa per l'apprendimento era allocentrica, modalità che, come emerge in letteratura, sembra favorire la creazione di una mappa mentale negli anziani (Montello et al., 2004; Muffato et al., 2017), e nel nostro caso, potrebbe aver appianato le differenze nelle prestazioni tra le varie fasce d'età.

Non sono risultate significative, per nessuna delle fasce d'età, le due condizioni proposte (pressante e di controllo): i partecipanti hanno ottenuto la stessa prestazione sia nell'una che nell'altra condizione. Anche questo dato si discorda dalla letteratura, che sottolinea tramite numerosi studi come lo stress e le emozioni negative possano influenzare negativamente le nostre rappresentazioni mentali, memoria e apprendimento (Sandi, 2013).

Una possibile spiegazione a questo risultato potrebbe essere che nelle prime due fasce d'età (18-34 anni e 35-49 anni), la situazione pressante potrebbe elicitarne, oltre che allo stress, anche un'attivazione maggiore (Chan et al., 2014), che andrebbe a compensare i potenziali danni alla performance causati dallo stress, rendendo così la prestazione nella situazione pressante pressoché identica a quella della situazione di controllo, neutra sia a livello di stress che a livello di attivazione.

Nell'ultima fascia d'età, invece, ciò che attenua le differenze potrebbe essere la differente esperienza emotiva degli anziani e dei *middle aged*: come emerge

in letteratura, questa fascia d'età tende ad esperire emozioni più positive, anche in situazioni che risultano invece stressanti per fasce d'età più giovani (Carstensen, 1992; Labouvie-Vief, 2003; Magai et al., 2006).

In questo senso, la condizione pressante potrebbe non aver condizionato l'ultima fascia d'età nel compito di ricordo dell'ordine dei punti di riferimento.

Per quanto riguarda la seconda variabile dipendente, ovvero il compito di stima della distanza, è emerso come significativo il ruolo dell'ansia spaziale, che è stata valutata, prima che i partecipanti eseguissero i compiti, tramite la scala dell'ansia spaziale (SAS, De Beni et al., 2014): indipendentemente dalla condizione (pressante o di controllo) e dalla fascia d'età, i partecipanti che hanno riportato valori maggiori di ansia spaziale hanno poi ottenuto prestazioni inferiori nel compito di stima della distanza.

Questi dati confermano ciò che emerge in letteratura, ovvero che persone generalmente ansiose di perdersi o navigare vivono eventuali scenari di navigazione in modo più stressante, differendo in strategie di navigazione e sperimentando meno fiducia in se stessi (Muffato et al., 2021).

Inoltre, se maggiore ansia spaziale fa sì che gli individui vivano la situazione di navigazione come più stressante, i risultati dimostrano gli effetti negativi che lo stress ha sulla prestazione di navigazione, come per esempio la probabilità e l'accuratezza del recupero del ricordo (De Quervain et al., 2003).

Anche in questo compito, non sono emerse differenze nella prestazione se correlate al fattore età, confermando l'ipotesi di uno studio precedente di Muffato et al. (2017): nonostante il declino della memoria spaziale, declino che sappiamo inizia già nei *middle aged*, alcuni compiti, come quelli di stima della distanza, potrebbero rimanere intatti con l'età, a differenza di altri che invece subiscono un declino.

I risultati di questo studio sembrano rispondere ai quesiti ancora aperti dello studio precedente, poiché prende in considerazione età diverse e approfondisce l'apprendimento di mappe anche in età avanzate. Inoltre, il compito di stima della distanza riporta molta variabilità di prestazione a tutte le età, probabilmente a causa di differenze individuali che portano a fare meglio o peggio questa tipologia di giudizio, indipendentemente dall'età.

Come nel primo compito, nemmeno la tipologia di condizione (pressante o di

controllo) risulta significativa sulla prestazione finale dei partecipanti: in questo caso, la conclusione che si può trarre dai risultati è che lo stress indotto dalla situazione probabilmente non incide sulle stime di distanza degli elementi, forse a causa delle informazioni da noi fornite nella spiegazione del compito, che potrebbero aver attenuato il declino della prestazione previsto.

Infine, né *l'arousal* né la valenza sono risultati significativi, e dunque la conclusione che possiamo trarre da questi dati è che le emozioni provate dai partecipanti, sempre misurate tramite *affective slider* prima e dopo ogni compito, non incidano sulla stima di distanza degli elementi, considerando sia la valenza che l'attivazione ad esse correlate (*'affect-as-information'*, Schwarz & Clore, 2007). Una spiegazione a questi risultati potrebbe essere che, come emerge in letteratura, i nostri stati affettivi sembrano legati alla memoria spaziale e la costruzione di mappe spaziali, ma probabilmente non intaccano la capacità di stima di distanza degli elementi.

I limiti di questo studio risiedono nella difficoltà della selezione di partecipanti più anziani, in particolar modo quelli appartenenti alla fascia d'età 50-69 anni: poiché sia i questionari che i compiti sono stati somministrati online tramite la piattaforma Qualtrics, non sempre è stato possibile raggiungere tutti i partecipanti con facilità, non essendo smartphone o computer di facile utilizzo per tutti (alcuni dei più anziani non possedevano un *device*).

Inoltre, ricreare la situazione pressante tramite un testo e richiedere la totale immedesimazione dei partecipanti in essa potrebbe non aver favorito la stimolazione e l'attivazione necessarie per la risposta stressante, andando a contribuire alla mancanza di risultati in alcune variabili che invece, in letteratura, si sono già dimostrate come influenzanti. Per questo motivo, sarebbe opportuno analizzare la domanda sull'immedesimazione nella situazione fornita, presente nell'ultimo compito di controllo della manipolazione.

Come riportato sopra, inoltre, il compito di stima della distanza potrebbe non essere di facile comprensione per tutti e presentare di conseguenza molta variabilità nei risultati.

In futuro, potrebbe essere interessante analizzare in modo più approfondito il ruolo dell'ansia spaziale, per capire perché questo fattore vada ad incidere sulla prestazione dei compiti di stima della distanza e non sul ricordo

dell'ordine dei punti di riferimento, considerando anche come variano i suoi effetti in relazione all'età, in quanto in questo studio non sono emerse differenze significative.

Inoltre, capire come lo stress influisca sull'attivazione e sulla conseguente prestazione nei compiti che richiedono abilità spaziali potrebbe delucidare i numerosi dati discordanti presenti in letteratura, poiché non è ancora chiaro se lo stress peggiori le prestazioni a causa delle emozioni negative che elicitava, o le possa migliorare a causa dell'*arousal* maggiore che provoca.

CONCLUSIONI

La navigazione spaziale è un'abilità fondamentale per gli esseri umani, utilizzata ogni giorno per spostarci nell'ambiente che conosciamo e anche in situazioni che per noi rappresentano contesti nuovi.

Per questo motivo, è fondamentale indagare sull'abilità di apprendimento di mappe, e in particolare sulle variabili che potrebbero influenzarla.

Lo studio esposto nel presente elaborato è stato condotto con l'obiettivo di indagare gli effetti che le situazioni pressanti possono avere sull'apprendimento di una mappa, e dunque come le emozioni suscitate da una determinata situazione (in termini di valenza e *arousal*) incidano su questo tipo di abilità. In particolare, si volevano valutare questi effetti sul ricordo del numero di punti di riferimento, sul loro ordine e sulle stime di distanza tra di loro, tenendo in considerazione fattori individuali come l'età e il livello di ansia spaziale.

Per fare ciò, ad un campione di 177 partecipanti suddivisi in tre fasce d'età (18-34 anni, 35-49 anni e 50-69 anni) è stato richiesto di sottoporsi ad una serie di questionari e di compiti relativi all'apprendimento di mappe per un totale di 25 minuti circa.

Dopo il Questionario Introduttivo Anagrafico, sono stati somministrati un questionario per valutare le emozioni tipicamente esperite (PANAS, Watson et al., 1998, qui usata la validazione italiana di Terraciano et al., 2003) e un questionario per la valutazione dell'ansia spaziale (SAS; Lawton, 1994, qui utilizzato l'adattamento di De Beni et al., 2014).

Dopodiché, sono stati somministrati due compiti di apprendimento di mappe (una in condizione pressante e l'altra di controllo) sempre preceduti e seguiti da una valutazione dell'attivazione tramite *affective slider* (Betella & Verschure, 2016; calibrato sul *Self assessed manekin*, Bradley & Lang, 1994).

Dopo ogni apprendimento di mappa, ai partecipanti è stato richiesto di ricordare in ordine i punti di riferimento presenti nel percorso e successivamente di effettuare un compito di stima di distanza degli stessi. L'ultimo compito di questo studio consisteva infine, nel ricordare quale fosse l'obiettivo da raggiungere in entrambe le mappe apprese.

Dai risultati ottenuti è possibile sostenere che vi sia una relazione tra i livelli di

arousal e le capacità dei partecipanti nel ricordare correttamente e in maggior numero l'ordine dei punti di riferimento (dunque una migliore prestazione nel primo compito di ricordo), indipendentemente dalla condizione (pressante o di controllo).

Sempre in relazione alla capacità di ricordare l'ordine dei punti di riferimento di una mappa appresa, seppur non significativa, è emersa una correlazione anche con l'età: sembra infatti che il gruppo 50-69 anni tenda ad avere prestazioni leggermente inferiori rispetto a quello di 18-34 anni.

L'avanzare dell'età, infatti, si accompagna con un declino della memoria in generale, e in particolare, la memoria spaziale sembrerebbe essere tra le prime a comprometersi già a partire dalla mezza età (Yu et al., 2021).

Inoltre, per quanto riguarda il compito di stima della distanza, è risultato significativo il ruolo dell'ansia spaziale: alti livelli di quest'ultima correlano con un peggioramento della prestazione. È risaputo infatti che persone generalmente più ansiose tendono ad avere dei cali nella prestazione, soprattutto se consideriamo l'ansia come fonte di stress e teniamo in considerazione gli effetti negativi che lo stress ha sugli individui (Muffato et al., 2021).

Tali dati dovrebbero essere considerati in luce esplorativa e verificati da ulteriori studi condotti con campioni più ampi, in modo da fornire un ulteriore contributo nel tentativo di prevenire il declino della memoria spaziale con l'avanzare dell'età e capire più a fondo il ruolo delle emozioni e dello stress, sia nei giovani, che negli adulti, che negli anziani.

BIBLIOGRAFIA

- Allison, S., & Head, D. (2017). Route repetition and route reversal: Effects of age and encoding method. *Psychology and Aging, 32*(3), 220.
doi: 10.1037/pag0000170
- Angrilli, A., Cherubini, P., Pavese, A., & Manfredini, S. (1997). The influence of affective factors on time perception. *Perception & psychophysics, 59*, 972- 982. doi: 10.3758/BF03205512
- Ashby, F. G., & Isen, A. M. (1999). A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition. *Psychological review, 106*(3), 529
doi: 10.1037/0033-295X.106.3.529
- Bar-Haim, Y., Kerem, A., Lamy, D., & Zakay, D. (2010). When time slows down: The influence of threat on time perception in anxiety. *Cognition and emotion, 24*(2), 255-263. doi: 10.1080/02699930903387603
- Betella, A., & Verschure, P. F. (2016). The affective slider: A digital self-assessment scale for the measurement of human emotions. *PloSone, 11*(2), e0148037.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>
- Bhalla, M., & Proffitt, D. R. (1999). Visual–motor recalibration in geographical slant perception. *Journal of experimental psychology: Human perception and performance, 25*(4), 1076.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.25.4.1076>
- Borella, E., Meneghetti, C., Muffato, V., & De Beni, R. (2015). Map learning and the alignment effect in young and older adults: how do they gain from having a map available while performing pointing tasks?. *Psychological Research, 79*, 104-119. doi: 10.1007/s00426-014-0543-y
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behaviour therapy and experimental psychiatry, 25*(1), 49-59.
[https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)

- Brown, T. I., Gagnon, S. A., & Wagner, A. D. (2020). Stress disrupts human hippocampal-prefrontal function during prospective spatial navigation and hinders flexible behaviour. *Current Biology*, *30*(10), 1821-1833. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.006>
- Brown, T. I., Hasselmo, M. E., & Stern, C. E. (2014). A high-resolution study of hippocampal and medial temporal lobe correlates of spatial context and prospective overlapping route memory. *Hippocampus*, *24*(7), 819-839. doi: 10.1002/hipo.22273
- Brown, T. I., Ross, R. S., Tobyne, S. M., & Stern, C. E. (2012). Cooperative interactions between hippocampal and striatal systems support flexible navigation. *Neuroimage*, *60*(2), 1316-1330. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.01.046
- Brunyé, T. T., Wood, M. D., Houck, L. A., & Taylor, H. A. (2017). The path more travelled: Time pressure increases reliance on familiar route-based strategies during navigation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *70*(8), 1439-1452. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1187637>
- Carstensen, L. L. (1992). Social and emotional patterns in adulthood: support for socioemotional selectivity theory. *Psychology and aging*, *7*(3), 331. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0882-7974.7.3.331>
- Chan, E., Baumann, O., Bellgrove, M. A., & Mattingley, J. B. (2014). Negative emotional experiences during navigation enhance parahippocampal activity during recall of place information. *Journal of cognitive neuroscience*, *26*(1), 154-164. doi:10.1162/jocn_a_00468
- Cohen, J. D., McClure, S. M., & Yu, A. J. (2007). Should I stay or should I go? How the human brain manages the trade-off between exploitation and exploration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *362*(1481), 933-942. doi: 10.1098/rstb.2007.2098
- Colombo, D., Serino, S., Tuena, C., Pedroli, E., Dakanalis, A., Cipresso, P., & Riva, G. (2017). Egocentric and allocentric spatial reference frames in

- aging: A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioural Reviews*, 80, 605-621. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.07.012>
- Costanzi, M., Cianfanelli, B., Sarauli, D., Lasaponara, S., Doricchi, F., Cestari, V., & Rossi-Arnaud, C. (2019). The effect of emotional valence and arousal on visuo-spatial working memory: Incidental emotional learning and memory for object-location. *Frontiers in Psychology*, 10, 2587. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02587
- Coughlan, G., Coutrot, A., Khondoker, M., Minihane, A., Spiers, H., & Hornberger, M. (2018). Impact of sex and APOE status on spatial navigation in pre-symptomatic Alzheimer's disease. *bioRxiv*, 287722. doi: <https://doi.org/10.1101/287722>
- Coughlan, G., Coutrot, A., Khondoker, M., Minihane, A. M., Spiers, H., & Hornberger, M. (2019). Toward personalized cognitive diagnostics of at-genetic-risk Alzheimer's disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(19), 9285-9292. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901600116>
- Coughlan, G., Laczó, J., Hort, J., Minihane, A. M., & Hornberger, M. (2018). Spatial navigation deficits—overlooked cognitive marker for preclinical Alzheimer disease?. *Nature Reviews Neurology*, 14(8), 496-506.
- Credé, S., Thrash, T., Hölscher, C., & Fabrikant, S. I. (2019). The acquisition of survey knowledge for local and global landmark configurations under time pressure. *Spatial Cognition & Computation*, 19(3), 190-219. doi: <https://doi.org/10.1080/13875868.2019.1569016>
- De Beni, R., Meneghetti, C., Fiore, F., Gava, L., & Borella, E. (2014). Batteria VS. Abilità visuo-spaziali nell'arco di vita adulta [VS Battery. Visuo-spatial abilities in adults life span].
- De Quervain, D. J. F., Henke, K., Aerni, A., Treyer, V., McGaugh, J. L., Berthold, T., ... & Hock, C. (2003). Glucocorticoid-induced impairment of declarative memory retrieval is associated with reduced blood flow in the medial temporal lobe. *European journal of Neuroscience*, 17(6), 1296-1302. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02542.x>

- Droit-Volet, S., Mermillod, M., Cocenas-Silva, R., & Gil, S. (2010). The effect of expectancy of a threatening event on time perception in human adults. *Emotion, 10*(6), 908. doi: 10.1037/a0020258
- Dum, R. P., Levinthal, D. J., & Strick, P. L. (2019). The mind–body problem: Circuits that link the cerebral cortex to the adrenal medulla. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 116*(52), 26321-26328. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1902297116>
- Ekstrom, A. D., Huffman, D. J., & Starrett, M. (2017). Interacting networks of brain regions underlie human spatial navigation: a review and novel synthesis of the literature. *Journal of neurophysiology, 118*(6), 3328-3344. <https://doi.org/10.1152/jn.00531.2017>
- Faber, M., & Gennari, S. P. (2015). In search of lost time: Reconstructing the unfolding of events from memory. *Cognition, 143*, 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.06.014>
- Ferbinteanu, J., & Shapiro, M. L. (2003). Prospective and retrospective memory coding in the hippocampus. *Neuron, 40*(6), 1227-1239. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00752-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00752-9)
- Galati, G., Pelle, G., Berthoz, A., & Committeri, G. (2010). Multiple reference frames used by the human brain for spatial perception and memory. *Experimental brain research, 206*, 109-120. doi: 10.1007/s00221-010-2168-8
- Gershman, S. J., & Daw, N. D. (2017). Reinforcement learning and episodic memory in humans and animals: an integrative framework. *Annual review of psychology, 68*, 101-128. doi: 10.1146/annurev-psych-122414-033625
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2011). “Time flies in the presence of angry faces”... depending on the temporal task used!. *Acta psychologica, 136*(3), 354-362. doi:10.1016/j.actpsy.2010.12.010
- Grommet, E. K., Droit-Volet, S., Gil, S., Hemmes, N. S., Baker, A. H., & Brown, B. L. (2011). Time estimation of fear cues in human

- observers. *Behavioural processes*, 86(1), 88-93.
<https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.10.003>
- Harris, M. A., Wiener, J. M., & Wolbers, T. (2012). Aging specifically impairs switching to an allocentric navigational strategy. *Frontiers in aging neuroscience*, 4, 29. doi: 10.3389/fnagi.2012.00029
- Hassabis, D., Kumaran, D., & Maguire, E. A. (2007). Using imagination to understand the neural basis of episodic memory. *Journal of neuroscience*, 27(52), 14365-14374.
doi:10.1523/JNEUROSCI.4549-07.2007
- Johnson, A., van der Meer, M. A., & Redish, A. D. (2007). Integrating hippocampus and striatum in decision-making. *Current opinion in neurobiology*, 17(6), 692-697.
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2008.01.003>
- Johnson, L. W., & MacKay, D. G. (2019). Relations between emotion, memory encoding, and time perception. *Cognition and Emotion*, 33(2), 185-196.
<https://doi.org/10.1080/02699931.2018.1435506>
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(9), 3310-3315.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0306408101>
- Kessels, R. P., Kappelle, L. J., de Haan, E. H., & Postma, A. (2002). Lateralization of spatial-memory processes: evidence on spatial span, maze learning, and memory for object.
doi: 10.1016/S0028-3932(01)00199-3
- Kunz, L., Schröder, T. N., Lee, H., Montag, C., Lachmann, B., Sariyska, R., ... & Axmacher, N. (2015). Reduced grid-cell-like representations in adults at genetic risk for Alzheimer's disease. *Science*, 350(6259), 430-433.
doi: 10.1126/science.aac8128
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex roles*, 30, 765-779.

- Lee, I., Griffin, A. L., Zilli, E. A., Eichenbaum, H., & Hasselmo, M. E. (2006). Gradual translocation of spatial correlates of neuronal firing in the hippocampus toward prospective reward locations. *Neuron*, *51*(5), 639-650. doi:10.1016/j.neuron.2006.06.033
- Loftus, E. F., Schooler, J. W., Boone, S. M., & Kline, D. (1987). Time went by so slowly: Overestimation of event duration by males and females. *Applied Cognitive Psychology*, *1*(1), 3-13. <https://doi.org/10.1002/acp.2350010103>
- Labouvie-Vief, G. (2003). Dynamic integration: Affect, cognition, and the self in adulthood. *Current directions in psychological science*, *12*(6), 201-206. <https://doi.org/10.1046/j.0963-7214.2003.01262.x>
- Lohman, D. F. (2014). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181-248). Psychology Press.
- Magai, C., Consedine, N. S., Krivoshekova, Y. S., Kudadjie-Gyamfi, E., & McPherson, R. (2006). Emotion experience and expression across the adult life span: insights from a multimodal assessment study. *Psychology and aging*, *21*(2), 303. doi: 10.1037/0882-7974.21.2.303
- Marchette, S. A., Yerramsetti, A., Burns, T. J., & Shelton, A. L. (2011). Spatial memory in the real world: long-term representations of everyday environments. *Memory & cognition*, *39*, 1401-1408. doi: 10.3758/s13421-011-0108-x
- Mather, M., Mitchell, K. J., Raye, C. L., Novak, D. L., Greene, E. J., & Johnson, M. K. (2006). Emotional arousal can impair feature binding in working memory. *Journal of cognitive neuroscience*, *18*(4), 614-625. *Neuropsychologia*, *40*(8), 1465-1473. doi: 10.1162/jocn.2006.18.4.614
- Mather, M., & Nesmith, K. (2008). Arousal-enhanced location memory for pictures. *Journal of memory and language*, *58*(2), 449-464. doi: 10.1016/j.jml.2007.01.004

- Mather, M., & Sutherland, M. R. (2011). Arousal-biased competition in perception and memory. *Perspectives on psychological science*, 6(2), 114-133. <https://doi.org/10.1177/1745691611400234>
- McNamara, T. P., Hardy, J. K., & Hirtle, S. C. (1989). Subjective hierarchies in spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(2), 211. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.15.2.211>
- Montello, D. R. (2005). *Navigation*. Cambridge University Press. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/CBO9780511610448.008>
- Montello, D. R., Waller, D., Hegarty, M., & Richardson, A. E. (2004). Spatial memory of real environments, virtual environments, and maps. In *Human spatial memory* (pp. 271-306). Psychology Press.
- Muffato, V., Meneghetti, C., & De Beni, R. (2019). Spatial mental representations: The influence of age on route learning from maps and navigation. *Psychological Research*, 83, 1836-1850. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1033-4>
- Muffato, V., Meneghetti, C., Di Ruocco, V., & De Beni, R. (2017). When young and older adults learn a map: The influence of individual visuo-spatial factors. *Learning and Individual Differences*, 53, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.12.002>
- Muffato, V., Miola, L., Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2023). Trajectories across the healthy adult lifespan on sense of direction, spatial anxiety, and attitude in exploring places. *Frontiers in Psychology*, 14, 1240873. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240873>
- Muffato, V., Miola, L., Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2021). Map learning in aging individuals: The role of cognitive functioning and visuospatial factors. *Brain Sciences*, 11(8), 1033. <https://doi.org/10.3390/brainsci11081033>
- Muffato, V., Simonetto, A., Pellegrini, M., Tortora, C., & Meneghetti, C. (2022). Navigation ability in young, middle-aged and older adults: Different domains of knowledge and their relationship with visuospatial

- factors. *Journal of Environmental Psychology*, 81, 101820.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101820>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Porcelli, A. J., & Delgado, M. R. (2009). Acute stress modulates risk taking in financial decision making. *Psychological science*, 20(3), 278-283.
doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02288.x
- Postma, A., Kessels, R. P., & van Asselen, M. (2004). The neuropsychology of object-location memory. *Human spatial memory: Remembering where*, 143-160.
- Race, E., Keane, M. M., & Verfaellie, M. (2011). Medial temporal lobe damage causes deficits in episodic memory and episodic future thinking not attributable to deficits in narrative construction. *Journal of Neuroscience*, 31(28), 10262-10269.
doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1145-11.2011>
- Race, E., Keane, M. M., & Verfaellie, M. (2013). Losing sight of the future: Impaired semantic prospection following medial temporal lobe lesions. *Hippocampus*, 23(4), 268-277. doi: 10.1002/hipo.22084
- Ray, R. D., & Zald, D. H. (2012). Anatomical insights into the interaction of emotion and cognition in the prefrontal cortex. *Neuroscience & Biobehavioural Reviews*, 36(1), 479-501.
doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.08.005
- Richardson, A. E., & Tomasulo, M. M. V. (2011). Influence of acute stress on spatial tasks in humans. *Physiology & behavior*, 103(5), 459-466.
doi:10.1016/j.physbeh.2011.03.019
- Riener, C. R., Stefanucci, J. K., Proffitt, D. R., & Clore, G. (2011). An effect of mood on the perception of geographical slant. *Cognition and Emotion*, 25(1), 174-182. doi: 10.1080/02699931003738026

- Ruotolo, F., Claessen, M. H. G., & Van der Ham, I. J. M. (2019). Putting emotions in routes: The influence of emotionally laden landmarks on spatial memory. *Psychological research*, *83*, 1083-1095.
<https://doi.org/10.1007/s00426-018-1015-6>
- Ruotolo, F., Sbordone, F. L., & van der Ham, I. J. (2021). The influence of stimuli valence and arousal on spatio-temporal representation of a route. *Brain Sciences*, *11*(6), 814.
<https://doi.org/10.3390/brainsci11060814>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of personality and social psychology*, *39*(6), 1161.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0077714>
- Sandi, C. (2013). Stress and cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, *4*(3), 245-261. doi: 10.1002/wcs.1222
- Schumann, D., Bayer, J., Talmi, D., & Sommer, T. (2018). Dissociation of immediate and delayed effects of emotional arousal on episodic memory. *Neurobiology of learning and memory*, *148*, 11-19.
<https://doi.org/10.1101/242511>
- Schwarz, N., & Clore, G. L. (2007). Feelings and phenomenal experiences. *Social psychology: Handbook of basic principles*, *2*, 385-407.
- Smith, S. D., Mclver, T. A., Di Nella, M. S., & Crease, M. L. (2011). The effects of valence and arousal on the emotional modulation of time perception: evidence for multiple stages of processing. *Emotion*, *11*(6), 1305.
doi: 10.1037/a0026145
- Spiers, H. J., & Gilbert, S. J. (2015). Solving the detour problem in navigation: a model of prefrontal and hippocampal interactions. *Frontiers in human neuroscience*, *125*. doi: 10.3389/fnhum.2015.00125
- Stefanucci, J. K., & Storbeck, J. (2009). Don't look down: emotional arousal elevates height perception. *Journal of Experimental Psychology: General*, *138*(1), 131. doi: 10.1037/a0014797

- Szpunar, K. K., Spreng, R. N., & Schacter, D. L. (2014). A taxonomy of pro-
spection: Introducing an organizational framework for future-oriented
cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(52),
18414-18421. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417144111>
- Teachman, B. A., Stefanucci, J. K., Clerkin, E. M., Cody, M. W., & Proffitt, D.
R. (2008). A new mode of fear expression: perceptual bias in height
fear. *Emotion*, *8*(2), 296. doi: 10.1037/1528-3542.8.2.296
- Terraciano, A., McCrae, R. R., & Costa Jr, P. T. (2003). Factorial and construct
validity of the Italian Positive and Negative Affect Schedule
(PANAS). *European journal of psychological assessment*, *19*(2), 131.
doi: 10.1027//1015-5759.19.2.131
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological re-
view*, *55*(4), 189. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0061626>
- Varshney, A., Munns, M., Kasowski, J., He, C., Grafton, S., Giesbrecht, B., &
Beyeler, M. (2023). Stress Affects Navigation Strategies in Immersive
Virtual Reality. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56048-8>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of
brief measures of positive and negative affect: the PANAS
scales. *Journal of personality and social psychology*, *54*(6), 1063.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
- Wikenheiser, A. M., & Redish, A. D. (2015). Hippocampal theta sequences
reflect current goals. *Nature neuroscience*, *18*(2), 289-294.
doi: 10.1038/nn.3909
- Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational
abilities?. *Trends in cognitive sciences*, *14*(3), 138-146.
.doi:10.1016/j.tics.2010.01.001
- Wood, E. R., Dudchenko, P. A., Robitsek, R. J., & Eichenbaum, H. (2000).
Hippocampal neurons encode information about different types of
memory episodes occurring in the same location. *Neuron*, *27*(3), 623-
633.

Yamamoto, N., & DeGirolamo, G. J. (2012). Differential effects of aging on spatial learning through exploratory navigation and map reading. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 4, 14.

doi: 10.3389/fnagi.2012.00014

Yu, S., Boone, A. P., He, C., Davis, R. C., Hegarty, M., Chrastil, E. R., & Jacobs, E. G. (2021). Age-related changes in spatial navigation are evident by midlife and differ by sex. *Psychological Science*, 32(5), 692-704. <https://doi.org/10.1177/0956797620979185>