



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea Triennale in Scienze e Tecniche Psicologiche

Tesi di laurea

Utilizzo del Global Positioning System (GPS): uno studio
sulla relazione tra usi strategici, autoefficacia spaziale e
rappresentazione mentale dell'ambiente

The use of Global Positioning System (GPS): a study on the relationship between
strategic uses, special self-efficacy, and mental representation of the environment

Relatrice:

Prof.ssa Chiara Meneghetti

Correlatrice:

Dott.ssa Laura Miola

Laureanda: Blerina Baholli

Matricola: 2047614

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE	4
CAPITOLO 1: LA NAVIGAZIONE SPAZIALE.....	6
1.1 Navigazione spaziale e mappe cognitive	6
1.2 Apprendimento spaziale	7
1.2.1 Landmark, route e survey	7
1.2.2 Wayfinding e locomotion.....	8
1.2.3 Memoria spaziale e differenze individuali.....	11
1.3 GPS e abilità spaziali	13
CAPITOLO 2: LA RICERCA	17
2.1 Obiettivi.....	17
2.2 Metodologia	17
2.2.1 Partecipanti	17
2.2.2 Materiali.....	17
2.2.3 Procedura	21
2.2.4 Analisi statistiche e risultati	22
CAPITOLO 3: DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONE.....	25
BIBLIOGRAFIA	28

INTRODUZIONE

Navigare è un'attività importante nella vita di tutti i giorni. Ci permette di mantenere il senso dell'orientamento e della posizione durante un viaggio, apprendere la disposizione di nuovi ambienti e pianificare percorsi verso destinazioni conosciute (van der Ham et al., 2020). Durante questo processo, le persone possono mettere in atto diversi tipi di orientamento, come la tendenza a esplorare durante la navigazione o ad utilizzare invece la tecnologia di navigazione GPS - *Global Positioning System*- (He & Hegarty, 2020). Le ricerche presenti in letteratura riguardano fondamentalmente la relazione negativa tra l'uso del GPS e l'apprendimento spaziale; tra queste, quella di Dahmani & Bohbot (2020) ha dimostrato che l'uso del GPS è associato a un declino della memoria spaziale, probabilmente dovuto al fatto che le persone che ne fanno uso acquisiscono meno conoscenza sui percorsi rispetto a coloro che si orientano senza strumenti tecnologici o attraverso ausili come la mappa. Inoltre, He & Hegarty (2020) hanno indagato come anche fattori motivazionali ed emotivi giocano un ruolo molto importante nelle abilità di navigazione, sottolineando che l'ansia spaziale porta ad una maggiore dipendenza da GPS con un conseguente calo dell'apprendimento ambientale. Nel presente elaborato di tesi si è voluto esaminare un altro aspetto dell'uso del GPS: quello strategico. Mentre le ricerche precedenti si sono focalizzate sui potenziali effetti negativi derivanti dall'uso del GPS, in questo studio si sono indagate le caratteristiche strategiche dell'utilizzo del GPS e la loro relazione con diversi fattori individuali.

Nel primo capitolo verranno presentate le definizioni di costrutti come la navigazione spaziale e altre abilità spaziali ad essa associate, come la rappresentazione cognitiva dell'ambiente e l'apprendimento spaziale. Verrà poi spiegato il ruolo che riveste il GPS cercando di comprendere in che modo influisce sulle abilità spaziali. Nel secondo capitolo verrà illustrata la ricerca condotta, assieme agli strumenti utilizzati e i risultati ai quali si

è prevenuti. Nel terzo e ultimo capitolo saranno infine discussi e interpretati i risultati alla luce della letteratura di riferimento, soffermandosi sulle implicazioni del presente studio.

CAPITOLO 1

LA NAVIGAZIONE SPAZIALE

1.1 Navigazione spaziale e mappe cognitive

Le abilità di navigazione sono fondamentali nella vita di tutti i giorni (Hegarty & Waller, 2005). Ci affidiamo ad esse per mantenere il senso di direzione e la nostra posizione mentre viaggiamo, per imparare la configurazione di nuovi posti, e pianificare percorsi all'interno di ambienti familiari (He & Hegarty, 2020). Per riuscirci dobbiamo prestare attenzione a quello che ci circonda e aggiornare la nostra posizione utilizzando il nostro sistema di navigazione interno col fine di raggiungere la destinazione prefissata (Dahmani & Bohbot, 2020). A seconda del modo in cui queste informazioni spaziali vengono memorizzate durante la navigazione, è possibile costruire rappresentazioni utili a una navigazione ottimale (Meneghetti et al., 2015). Questo processo di apprendimento porta alla formazione di una mappa cognitiva, ovvero una rappresentazione mentale flessibile dell'ambiente immagazzinata nella memoria spaziale, costruita integrando informazioni sensoriali e spaziali ottenute attraverso esperienze dirette ed indirette dell'ambiente circostante (Tolman, 1948; Wolbers & Hegarty, 2010). Essa supporta la navigazione quotidiana (Epstein et al., 2017), permettendoci di integrare diverse informazioni, come la posizione degli edifici, landmarks e svolte, rendendola più semplice ed efficiente. È quindi cruciale per l'orientamento ma non riflette mai accuratamente la realtà esterna in quanto semplificazione e trasformazione di quello che vediamo (Costa & Bonetti, 2018). La formazione di una mappa cognitiva è continuamente aggiornata da nuove informazioni (Meneghetti et al., 2015). Ad esempio, mentre camminiamo in una città non familiare, in automatico notiamo e memorizziamo elementi visivi che ci aiutano a non perderci e a trovare la strada più facilmente, fungendo da landmarks; dopo che siamo entrati in confidenza con l'ambiente saremo in grado di formare una rappresentazione mentale più

accurata aggiungendo ulteriori informazioni o modificando quelle già memorizzate (O'Keefe & Nadel, 1978). La navigazione spaziale e le mappe cognitive sono quindi strettamente interconnesse e fondamentali per l'orientamento ambientale. Possedere buone abilità visuospatiali ed essere in grado di costruirsi una rappresentazione mentale accurata può incrementare notevolmente le capacità di orientamento, favorendo una navigazione efficiente e sicura.

1.2 Apprendimento spaziale

1.2.1 Landmark, route e survey

Un altro aspetto che fa parte della navigazione spaziale è l'apprendimento, esso rappresenta un processo fondamentale per poter raggiungere le destinazioni e orientarsi all'interno di nuovi ambienti. Diversi modelli teorici hanno cercato di spiegare come l'apprendimento spaziale funziona, tra questi, troviamo il contributo di Siegel & White (1975), uno tra i modelli cognitivi più influenti della navigazione umana. Fortemente influenzati da Piaget, hanno articolato il loro modello in livelli quantitativamente diversi tra loro, suggerendo che all'interno dell'uomo vi tre diversi tipi di rappresentazione dello spazio esterno: landmark, route e survey.

La navigazione basata sui landmark si basa sulla conoscenza di punti di riferimento distinti all'interno di un ambiente, quindi dei punti salienti segnalati da elementi riconoscibili e in cui si raggiunge la destinazione prefissata semplicemente passando da un landmark ad un altro. Tuttavia, questa può essere una strategia efficace solamente in ambienti semplici, mentre presenta delle limitazioni in contesti reali che sono più complessi e ricchi, dove non è sempre possibile vedere un landmark successivo fino a quando non ci si avvicina abbastanza.

La navigazione di tipo route si basa sulla conoscenza dei landmark e dei percorsi che li collegano, quindi l'associazione di ogni punto di riferimento con una specifica azione motoria o direzione di movimento necessaria per raggiungere il landmark successivo, anche quando questo non è visibile. Tuttavia, pur essendo cognitivamente poco impegnativa, risulta essere inflessibile e rigida.

Infine, la navigazione di tipo survey si basa sulla conoscenza del layout geometrico dell'ambiente. La sua definizione, che evoca l'idea di una visuale dell'ambiente dall'alto, richiama fortemente il concetto di mappa. Secondo gli autori, la navigazione basata su questa sarebbe la più efficace e flessibile anche in ambienti complessi, ad esempio qualora le strade abituali fossero inagibili per qualche motivo.

Fortemente influenzati dalla teoria degli stadi di Piaget, Siegel e White (1978) propongono che le tre rappresentazioni dello spazio siano qualitativamente distinte e organizzate in modo gerarchico. Di conseguenza, non si potrebbe ottenere una rappresentazione survey senza prima aver acquisito le rappresentazioni landmark e route. Tuttavia, una volta acquisita la rappresentazione survey, sarebbe possibile utilizzare anche le due rappresentazioni di livello inferiore. In questo modello, l'avanzamento da un livello di rappresentazione a quello successivo nella gerarchia è strettamente legato al livello di familiarità dei soggetti con l'ambiente.

Per diversi anni è rimasto l'unico modello cognitivo esaustivo ma nel corso del tempo sono state acquisite diverse evidenze in contrasto con esso, dove le principali mettono in discussione l'abilità di un oggetto di acquisire una mappa dell'ambiente, relativamente accurate, in seguito ad una sola esposizione (Kirasic,1991).

1.2.2 Wayfinding e locomotion

Un altro modello che ha cercato di spiegare il funzionamento dell'apprendimento ambientale è quello proposto da Montello & Sas (2006), il quale afferma che la navigazione può essere concettualizzata come composta da due componenti: il wayfinding e la locomotion; la prima implica la comprensione e la presa di decisioni sulla navigazione spaziale, la seconda riguarda il movimento in sé (Siegel & White, 1975).

Il termine wayfinding, introdotto da Lynch (1960) e Golledge (1999) si riferisce al processo cognitivo coinvolto nella navigazione e comprensione dello spazio ambientale, che include l'utilizzo delle mappe cognitive, il riconoscimento dei landmarks e la determinazione dei percorsi; quest'ultima è resa possibile dalla conoscenza della configurazione spaziale dell'area che permetterà la programmazione di una rotta ottimale col fine di raggiungere una specifica destinazione (Muffato et al., 2021). Durante la navigazione, le informazioni spaziali sono spesso acquisite attraverso una prospettiva in prima persona, che enfatizza un quadro di riferimento egocentrico dove il corpo funge da punto di riferimento primario. Tuttavia, quando queste informazioni vengono codificate ed immagazzinate, si possono utilizzare una combinazione di rappresentazioni sia egocentriche che allocentriche (Dahmani & Bohbot, 2020), quindi possiamo ricordare sia la posizione degli oggetti rispetto a noi stessi, sia la loro posizione in un contesto più ampio. Queste rappresentazioni spaziali supportano la capacità di wayfinding consentendo agli individui di orientarsi, riconoscere i landmarks e seguire percorsi predefiniti (Miola et al., 2021); le abilità visuospatiali risultano quindi essere fondamentali in quanto permettono la creazione di mappe cognitive dettagliate che migliorano la navigazione spaziale (He & Hegarty, 2020)

La locomotion, invece, riguarda il movimento fisico attraverso lo spazio, l'atto di spostarsi da un punto all'altro utilizzando mezzi fisici come camminare, correre o usare un veicolo; richiede un controllo continuo del movimento e un feedback sensoriale immediato per

guidare il percorso (Ishikawa, 2019). Ci obbliga quindi a risolvere problemi come l'identificazione delle superfici di supporto, l'evitamento di ostacoli e barriere, e il dirigere il nostro movimento verso landmark percettibili (Montello & Sas, 2006).

La maggior parte degli atti di navigazione coinvolge sia componenti di locomozione che di wayfinding, generalmente come parte di un sistema integrato che può essere separato solo concettualmente. Tuttavia, è possibile avere uno senza l'altro, come nel caso in cui una persona cammina nervosamente senza urtare le pareti ma senza "andare da nessuna parte" (solo locomozione), o viceversa quando una persona pianifica un viaggio che non viene mai effettuato (già la pianificazione è parte del wayfinding) (Montello & Sas, 2006). Questi due processi quindi, seppur collegati sono distinti: il wayfinding richiede processi cognitivi complessi come la pianificazione e il processo decisionale attraverso l'utilizzo di mappe cognitive per potersi orientare e raggiungere una destinazione, mentre la locomozione si basa sulle capacità motorie e sul controllo fisico del movimento attraverso l'ambiente (Ruginski et al., 2019).

È possibile misurare l'abilità di navigazione attraverso una serie di diversi compiti sperimentali che rilevano la conoscenza dell'ambiente appreso. Tra questi i maggiormente utilizzati in ricerca ci sono:

- Ricordo di informazioni ambientali: valuta la capacità di un individuo di ricordare e descrivere l'ambiente in cui ha navigato. Ai partecipanti può essere chiesto di disegnare una mappa, indicare direzioni o identificare punti di riferimento su una mappa. Nella nostra ricerca è stato utilizzato questo compito.
- Ripercorrere un percorso: viene chiesto ai partecipanti di ripercorrere un percorso che hanno precedentemente appreso. La loro accuratezza nel seguire il percorso corretto viene utilizzata per misurare la loro memoria spaziale.

- **Compito di pointing:** viene mostrato ai partecipanti un punto di vista specifico nell'ambiente e viene poi chiesto di indicare la direzione di un punto di riferimento non visibile. Questo compito misura la capacità di creare e utilizzare rappresentazioni mentali dell'ambiente.

L'accuratezza a questi compiti è in relazione a differenze individuali in termini di abilità visuospatiali e attitudini a muoversi nell'ambiente.

1.2.3 Memoria spaziale e differenze individuali

La memoria spaziale riveste un ruolo essenziale nell'apprendimento di un ambiente in quanto permette la memorizzazione e il recupero di informazioni visive e spaziali relative allo spazio circostante, senza di essa infatti gli stimoli ambientali non avrebbero per noi alcun valore (Vecchi & Cornoldi, 1998). È lì che viene memorizzata la mappa mentale che ci costruiamo. Identificare i fattori in grado di ottimizzare l'accuratezza delle nostre rappresentazioni ambientali rappresenta uno degli interessi della ricerca sulla cognizione spaziale (Meneghetti et al., 2021). Questi fattori coinvolgono differenze individuali nel pensiero spaziale (Hegarty & Waller, 2005), comprese le nostre capacità cognitive (oggettivamente misurabili) e le nostre inclinazioni (preferenze legate all'ambiente auto-riferite).

Abilità visuospatiali. Le capacità cognitive visuospatiali possono essere definite come abilità necessarie per generare, conservare e trasformare immagini visive astratte (Lohman, 1988). Comprendono una serie di abilità distinte (Hegarty & Waller, 2005; Uttal et al., 2013), come la rotazione mentale, un processo cognitivo mediante il quale immaginiamo o manipoliamo mentalmente oggetti tridimensionali, visualizzandoli e girandoli nella nostra mente senza effettivamente muoverli fisicamente. Questo processo

consente di rappresentare e comprendere le relazioni spaziali tra oggetti e di prevedere come gli oggetti si comporterebbero se fossero ruotati o trasformati nello spazio. Alcuni studi sulla navigazione hanno considerato non solo le capacità di rotazione ma anche la memoria di lavoro visuospatiale (MLVS), che è la capacità di conservare ed elaborare le informazioni spaziali (Meneghetti et al., 2021). Mentre la rotazione è considerata un'abilità cognitiva di ordine superiore e talvolta parte dell'intelligenza spaziale (Martínez et al., 2011), la MLVS è un meccanismo di base coinvolto durante l'elaborazione online. È una componente della memoria di lavoro che si occupa specificatamente di elaborare e manipolare informazioni visuospatiali temporaneamente, con l'obiettivo di permettere lo svolgimento di compiti cognitivi complessi come il ragionamento spaziale, la pianificazione dei movimenti e la manipolazione mentale di oggetti nello spazio (Meneghetti et al., 2021). Nel complesso, la letteratura suggerisce che le capacità visuospatiali (MLVS e rotazione) possono essere considerate insieme come un unico fattore visuospatiale che contribuisce a sostenere l'accuratezza dell'apprendimento dalla navigazione (Meneghetti et al., 2021).

Inclinazioni visuospatiali. Oltre alle capacità visuospatiali, anche le inclinazioni personali possono significativamente influenzare la nostra capacità di rappresentare mentalmente un ambiente in modo accurato (Meneghetti et al., 2021). Queste inclinazioni sono comunemente valutate mediante questionari che esplorano gli atteggiamenti e le preferenze di orientamento, chiedendo alle persone di immaginare di trovarsi in un determinato ambiente e di riflettere su come si sentirebbero e comporterebbero in quelle situazioni specifiche. Alcuni studi incentrati sugli effetti degli atteggiamenti e delle preferenze di orientamento sulle prestazioni di navigazione hanno dimostrato gli effetti di un'elevata ansia spaziale e alto piacere nell'esplorazione (Pazzaglia et al., 2017), sottolineando che le persone con maggiore ansia spaziale tendono ad avere maggiori

difficoltà nel navigare e orientarsi negli ambienti, mentre coloro che mostrano un alto piacere nell'esplorare tendono ad avere prestazioni migliori nella navigazione. Sia le capacità visuospaziali che le inclinazioni di orientamento rappresentano quindi dei fattori separati ma correlati, ed entrambi contribuiscono all'apprendimento dell'ambiente (Hegarty et al., 2006; Pazzaglia et al., 2018).

1.3 GPS e abilità spaziali

Durante l'apprendimento di un ambiente, le persone possono mettere in atto diversi tipi di comportamenti di orientamento, come la tendenza a esplorare un ambiente durante la navigazione o, al contrario, ad utilizzare la tecnologia di navigazione assistita GPS (He & Hegarty, 2020). Il GPS è un sistema di assistenza alla navigazione basato sulla tecnologia del Global Positioning System, comunemente utilizzato in varie forme come dispositivi automobilistici e applicazioni mobili, che indica il percorso per viaggiare dalla posizione attuale all'obiettivo. Questo strumento investe un ruolo sempre maggiore nella nostra quotidianità e ci si chiede in che modo incide sulle abilità spaziali. Ruginski et al. (2019) suggeriscono che coloro che navigano spesso con il GPS eseguano rotazioni mentali nella navigazione in misura minore, influenzando negativamente le loro capacità di trasformazione spaziale a lungo termine. Al contrario, coloro che navigano senza GPS trascorrono più tempo ad affinare queste abilità spaziali e beneficiano delle "difficoltà desiderabili" (Bjork, 1994) del navigare da soli. Nonostante gli utenti che utilizzano il GPS possano raggiungere con successo le destinazioni e creare una rappresentazione mentale dell'ambiente, le loro prestazioni in termini di accuratezza sono inferiori rispetto a quelle di coloro che navigano direttamente nell'ambiente o utilizzano le mappe cartacee (Ishikawa et al., 2008; Ishikawa, 2019). Questi risultati possono essere dovuti al fatto che

l'attenzione è divisa tra dispositivo e ambiente (Gardony et al., 2013) il che rende la navigazione con il GPS un compito più passivo rispetto alla navigazione senza ausili (Ben-Elia, 2021). Al contrario, le ricerche che esaminano le rappresentazioni mentali che formiamo degli ambienti hanno dimostrato che le mappe hanno un impatto positivo sulla nostra capacità di apprendere dalla navigazione (Meneghetti & Pazzaglia, 2021). In un esperimento di Ishikawa et al. (2008), sono state confrontate tre condizioni in cui le persone esplorano un nuovo ambiente: due con una qualche forma di aiuto visivo alla navigazione (una mappa che mostra l'intero tracciato e tutti gli elementi in esso contenuti o un GPS che mostra una vista parziale con gli elementi che appaiono in relazione all'osservatore posizione); il terzo senza nessuno. I risultati hanno mostrato che i partecipanti che hanno utilizzato il GPS hanno percorso distanze più lunghe e si sono fermati più spesso durante la loro esperienza di navigazione rispetto a quelli che hanno utilizzato la mappa o quelli che si sono affidati solo all'esperienza diretta. Nei successivi compiti di orientamento e di disegno di mappe che testavano il ricordo dell'ambiente appreso dai partecipanti, gli utenti del GPS hanno ottenuto risultati meno buoni rispetto ai partecipanti che non utilizzavano ausili alla navigazione. Anche attraverso un approccio longitudinale di Dahmani e Bohbot (2020), è stato dimostrato che l'utilizzo del GPS era associato a un declino della memoria spaziale in quanto acquisiscono meno conoscenze sui percorsi rispetto alle persone che li percorrono senza un aiuto, usando una mappa o dopo essere state guidate da un soggetto esterno (Dahmani & Bohbot, 2020).

La maggior parte della letteratura presenta quindi prove che dimostrano l'impatto negativo del GPS sull'apprendimento dell'ambiente; tuttavia, ulteriori studi hanno scoperto che all'inizio l'uso del GPS può produrre un effetto positivo sul senso dell'orientamento, con l'utilizzo dell'ausilio infatti i soggetti acquisiscono una migliore rappresentazione dell'ambiente, rilevando che più alte sono le abilità spaziali, maggiore

è l'uso del GPS (Nori et al., 2022). Il miglioramento del senso dell'orientamento da questo punto di vista può essere dovuto al fatto che il GPS fornisce indicazioni precise e immediate sul percorso, aiutando i soggetti a costruire una rappresentazione più dettagliata e accurata dell'ambiente circostante. Inoltre, un maggiore utilizzo dello strumento può essere dovuto al fatto che sono più propensi ad esplorare nuovi luoghi e a sfruttare strumenti che facilitano la navigazione, pur avendo una già solida base di conoscenza spaziale. Nonostante questo, però, studi precedenti suggeriscono che un uso prolungato ed eccessivo del GPS può alla lunga ridurre la capacità di sviluppare mappe cognitive precise e l'abilità di navigare in maniera autonoma. Questo perché l'uso continuo del GPS può limitare le opportunità di praticare e migliorare le capacità spaziali naturali, come la rotazione mentale e la formazione di rappresentazioni cognitive dell'ambiente (Ruginski et al., 2019).

Si sa molto meno invece del GPS e il suo rapporto con fattori individuali come il senso di dipendenza, di auto-efficacia e ansia spaziale. Una serie di studi recenti hanno scoperto che l'uso del GPS segnalato è correlato alle differenze individuali nella navigazione e in altre abilità spaziali (Dahmani & Bohbot, 2020; He & Hegarty, 2020; Ishikawa, 2019; Miola, Meneghetti, Muffato, et al., 2023; Ruginski et al., 2019). In particolare, in presenza di maggiore dipendenza da GPS è stato riscontrato un senso di direzione auto-riferito più povero, insieme a una mentalità fissa per quanto riguarda la capacità di navigazione e una minore tendenza ad esplorare il proprio ambiente (He & Hegarty, 2020; Hejtmánek et al., 2018; Miola, Meneghetti, Pazzaglia, et al., 2023). Più specificatamente, nello studio di Miola et al. (2023) i risultati hanno mostrato che il *Growth mindset* in relazione alle abilità spaziali era correlato positivamente con il senso di orientamento e l'efficacia spaziale, confermando l'esistenza di una relazione con il senso soggettivo di orientamento (He & Hegarty, 2020). Inoltre, credere che le proprie capacità possano essere migliorate (*Growth*

mindset) e avere una maggiore auto-efficacia durante la navigazione aiuta le persone a esplorare di più l'ambiente e a usare meno il GPS (Miola, Meneghetti, Muffato, et al., 2023). Similmente, uno studio di Topete et al. (2024) ha mostrato che le persone con un buon senso di orientamento tendono a utilizzare il GPS in modo meno frequente rispetto a coloro che hanno un senso di direzione meno sviluppato. Questo potrebbe essere attribuito al fatto che le persone dotate di un buon senso di orientamento sono in grado di costruire rappresentazioni spaziali più accurate degli ambienti in cui si trovano, riducendo quindi la necessità di dipendere dal GPS per la navigazione quotidiana. Da questo punto di vista quindi avere una mentalità di crescita in merito alle capacità di navigazione può portare le persone a migliorare le proprie abilità esplorando l'ambiente in maniera autonoma, con una conseguente diminuzione dell'utilizzo del GPS. Tuttavia, l'osservazione di Nori et al. (2022) secondo cui coloro con maggiori capacità visuospatiali possono usare più frequentemente il GPS può riflettere un utilizzo strategico dello strumento per migliorare ulteriormente le loro abilità spaziali in contesti di navigazione nuovi o complessi.

CAPITOLO 2

LA RICERCA

2.1 Obbiettivi

L'obiettivo del presente elaborato di tesi è esaminare la relazione esistente tra gli utilizzi del GPS (strategico e per orientamento) e diversi fattori individuali. In particolare, attraverso un questionario creato ad hoc per questo studio verranno esaminati diversi usi del GPS, quali l'uso strategico durante il viaggio, la pianificazione del percorso e del tempo, l'utilizzo del GPS come mappa, per l'esplorazione e l'uso per orientamento. Inoltre, la ricerca si propone di comprendere come l'uso del GPS sia relato alla memoria spaziale, l'autoefficacia spaziale e la dipendenza al GPS. L'analisi dei dati raccolti contribuirà a una comprensione più approfondita delle differenze individuali nelle strategie di navigazione.

2.2 Metodologia

2.2.1 Partecipanti

Il campione è costituito da 200 partecipanti (102 uomini e 98 donne) di età compresa tra i 18 e i 48 anni ($M = 23.52$; $SD = 5.48$), di cui 71 reclutati dalla presente laureanda. I soggetti hanno volontariamente preso parte alla ricerca e sono stati reclutati tramite la presentazione della ricerca durante le lezioni accademiche o tramite passaparola.

2.2.2 Materiali

I materiali utilizzati sono suddivisi in questionari e compiti di ricordo di un ambiente virtuale appreso tramite video.

Questionario demografico

Sono stati chiesti al partecipante la sua età, il suo genere, la sua nazionalità, la sua professione, se svolge attività fisica e se sì, quante ore alla settimana.

Questionario sugli scopi d'uso del GPS (ad hoc)

Il questionario è composto da 32 item che misurano per scopi le persone utilizzano il GPS. Il questionario è composto da 5 sottoscale:

- Uso strategico durante il viaggio. Un esempio di item è: “per anticipare svolte e curve della strada che sto percorrendo”.
- Uso strategico: Pianificazione (percorso e tempo). Un esempio di item è: “per scegliere la strada più veloce in base al traffico”.
- Uso strategico: GPS come Mappa. Un esempio di item è: “per capire dove mi trovo sulla mappa (geolocalizzazione)”.
- Uso strategico: Esplorazione. Un esempio di item è: “per cercare posti di interesse nei dintorni”.
- Uso per orientamento. Un esempio di item è: “per conoscere, farsi indicare, il percorso verso una destinazione”.

Ogni affermazione è stata valutata indicando uno dei cinque gradi di frequenza che vanno da 1 (mai) a 5 (sempre). Il punteggio massimo ottenibile è 160, il minimo invece 32.

Questionario su piacere e autoefficacia dell'esplorazione (ad hoc)

Il questionario è composto da 24 item che misurano il piacere di esplorare e sentirsi efficaci in situazioni spaziali. Le affermazioni riguardano compiti di orientamento frequenti nella vita quotidiana e il partecipante indica quanto piace svolgere un compito o quanto si sente efficace, cioè in grado di poterlo portare al termine al meglio. Esempi di item sono: “Mi piace imparare strade e percorsi così da poterli successivamente ripercorrere con facilità senza dover consultare mappe o GPS”. Ogni affermazione è stata valutata indicando il grado di accordo secondo una scala likert che va da 1 (fortemente in disaccordo) a 7 (fortemente d’accordo). Il punteggio massimo ottenibile è 168, il minimo invece 24.

Questionario dipendenza GPS (Dahmani & Bohbot, 2020)

Il questionario è composto da 20 item che misurano quanto le persone si affidano al GPS e dipendono da esso per navigare ed orientarsi, facendo riferimento all’ultimo mese.

Un esempio di item è: “Posso ricordare facilmente un nuovo percorso dopo averlo seguito una volta con l’uso del GPS”. Ogni affermazione è stata valutata indicando il grado di accordo secondo una scala likert che va da 1 (fortemente in disaccordo) a 5 (fortemente d’accordo). Il punteggio massimo ottenibile è 100, il minimo invece 20.

Domande ad hoc sull’utilizzo del GPS (DIARIO DEL GPS)

È stato chiesto di rispondere alle stesse domande per la durata di 10 giorni alla fine della giornata. Ogni giorno, il partecipante segna la data, indica se si era spostato da casa in un luogo familiare o non familiare e se aveva utilizzato il GPS. Se aveva usato il GPS, la persona ha indicato se aveva pressione del tempo (“Hai usato il GPS perché avevi un appuntamento e volevi essere sicuro di arrivare in orario? In altre parole, hai usato il GPS per sapere come arrivare a destinazione senza perderti e arrivare in ritardo”) e il contesto

in cui ha utilizzato lo strumento GPS (uso quotidiano [lavoro, studio, ecc.] per lavoro/studio in un'occasione straordinaria [ad esempio, un'uscita aziendale per lavoro] per piacere [vacanza, gita, ecc.] uscita con amici [bar, pizzeria, ristorante]) e per quanto tempo. Successivamente, la persona ha risposto alla Scala di Uso del GPS.

Apprendimento di ambiente virtuale e compiti di ricordo dell'ambiente

Fase di codifica e apprendimento. L'ambiente è costruito da un'area all'aperto (realizzato in realtà virtuale) con 19 punti di riferimento (ad esempio, scuola, banca, parco, fontana, statua, ecc.) e una griglia di strade con tre rotonde. Durante la fase di apprendimento, i partecipanti hanno guardato due volte un video in prima persona di una persona che si muoveva attraverso un mondo virtuale su un percorso lungo circa un chilometro. Il video durava circa 4 minuti. I partecipanti sono stati istruiti a concentrarsi su ogni aspetto dell'ambiente circostante, inclusi gli edifici, il percorso e la disposizione.

Compito di ricordo dell'ambiente: il compito di mappa. Dopo la fase di apprendimento, i partecipanti hanno svolto un compito di mappa online. Nello specifico, ai partecipanti è stata mostrata un'immagine rappresentante un punto di riferimento insieme a una mappa dell'ambiente con il punto di partenza e 4 possibili posizioni contrassegnate dalle lettere A, B, C, D. I partecipanti hanno indicato dove si trovava il punto di riferimento. Il compito comprendeva 7 elementi. Un punto veniva assegnato per ogni risposta corretta, e zero per le risposte sbagliate; punteggi più alti indicavano una maggiore abilità nel compito della mappa. Questa prova misura la capacità di identificare le relazioni tra la posizione dei diversi elementi nell'ambiente, indipendentemente dalla vista precedente dell'osservatore sull'ambiente. Il punteggio massimo ottenibile è 7.

Figura 1: Immagine tratta dal video dell'ambiente virtuale. Si possono osservare alcuni edifici contrassegnati dalla rispettiva etichetta.



Figura 2: Sketchmap della città virtuale vista dall'alto con quattro possibili posizioni del landmark richiesto.



2.2.3 Procedura

La procedura è divisa in due sessioni entrambe online. Nella sessione 1 (tempo previsto 25-30 minuti) lo sperimentatore ha incontrato i partecipanti sulla piattaforma Zoom, ha fornito un collegamento Qualtrics ed è rimasto in contatto con loro. I partecipanti hanno compilato in maniera autonoma una serie di domande su 1) caratteristiche demografiche (età, genere, professione, sport), e i questionari su 2) l'autoefficacia e il piacere di

esplorare ambienti, e 3) tipo di utilizzo del GPS e dipendenza al GPS (per orientamento o per pianificazione del viaggio, ecc). Inoltre, il partecipante ha guardato un video di percorso all'interno di una città virtuale per due volte. Al termine della seconda visione del video (circa 8 minuti) ha svolto un compito di mappa ovvero localizzare all'interno di una mappa la posizione corretta di alcuni punti di riferimento (landmark). L'ordine di compilazione dei questionari e della prova di navigazione è contro bilanciato tra i partecipanti.

Il giorno seguente, nella sessione 2 (tempo previsto 5 minuti al giorno), il partecipante compila in autonomia a fine giornata il questionario (qualtrics) sul tipo di utilizzo del GPS per 10 giorni consecutivi.

2.2.4 Analisi statistiche e risultati

Per le analisi statistiche sono state calcolate le statistiche descrittive del campione (si veda Tabella 1) e successivamente sono state condotte delle analisi correlazionali (si veda Tabella 2).

Per quanto riguarda i risultati, dalle correlazioni è emerso che le cinque dimensioni del questionario ad hoc sull'uso del GPS, correlano in modo statisticamente significativo tra loro ($r = [.44-.63]$; $p < .01$); suggerendo che più il GPS viene utilizzato per un utilizzo strategico, per esempio pianificare il percorso, più è probabile che lo si utilizzi in modo strategico durante il viaggio, e così via. Inoltre, si può notare che tra l'uso del GPS per orientamento e tutte le altre quattro dimensioni del questionario c'è un'associazione positiva, risultato che suggerisce una correlazione tra l'utilizzo del GPS per orientamento e per scopi strategici; in altre parole, le persone che utilizzano il GPS per orientarsi tendono ad utilizzarlo anche in modo strategico, e viceversa.

Emerge inoltre una relazione statisticamente significativa positiva tra l'uso strategico per esplorare e l'autoefficacia e piacere di esplorare ($r = .19; p < .05$), suggerendo che all'aumentare della sensazione di autoefficacia e piacere nell'esplorare, aumenta anche la probabilità che si utilizzi il GPS in modo strategico per esplorare nuovi ambienti. Tra autoefficacia e uso del GPS per orientamento invece emerge una correlazione negativa ($r = -.21, p < .001$), questo risultato indica che le persone con una maggiore autoefficacia tendono a fare meno affidamento sul GPS per orientarsi. È emersa anche l'associazione tra l'uso del GPS e la dipendenza da questo, come evidenziato dalle correlazioni tra la dipendenza dal GPS e l'uso del GPS durante il viaggio ($r = .15, p < .05$) e per orientamento ($r = .37, p < .001$). Questi risultati suggeriscono che le persone che si sentono dipendenti dal GPS tendono ad usarlo sia durante i viaggi che per orientarsi, due situazioni che richiedono una guida continua. Invece, la correlazione negativa tra autoefficacia e dipendenza dal GPS ($r = -.67, p < .001$) suggerisce che le persone con una maggiore autoefficacia tendono a sentirsi meno dipendenti dal GPS. Infine, tra il compito di mappa e l'uso strategico del GPS non è risultata alcuna correlazione significativa, a differenza di quella con autoefficacia ($r = .24, p < .01$) e dipendenza dal GPS ($r = -.16, p < .05$). Questo indica che una maggiore capacità di creare una mappa mentale è associata a una maggiore autoefficacia e a una minore dipendenza dal GPS.

Tabella 1. Statistiche descrittive

	<i>Media</i>	<i>DS</i>
1. <i>GPS durante il viaggio</i>	12.4	3.53
2. <i>GPS per pianificare</i>	20.6	5.03
3. <i>GPS come mappa</i>	13.3	3.88
4. <i>GPS per esplorare</i>	13.4	4.65

5. <i>GPS per orientarsi</i>	26.5	5.81
6. <i>Auto-efficacia e piacere</i>	111.1	27.7
7. <i>Dipendenza da GPS</i>	42.2	8.36
8. <i>Compito di mappa</i>	4.78	1.68

Tabella 2. Correlazioni tra variabili di interesse

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1. <i>GPS durante il viaggio</i>							
2. <i>GPS per pianificare</i>	0.61***						
3. <i>GPS come mappa</i>	0.46***	0.57***					
4. <i>GPS per esplorare</i>	0.48***	0.50***	0.51***				
5. <i>GPS per orientarsi</i>	0.58***	0.63***	0.58***	0.44**			
6. <i>Auto-efficace e piacere</i>	0.04	0.04	0.13	0.19*	-0.21***		
7. <i>Dipendenza da GPS</i>	0.15*	0.07	0.05	-0.08	0.37***	0.67***	
8. <i>Compito di mappa</i>	0.05	0.10	0.07	0.08	0.06	0.24**	-0.16*

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$

CAPITOLO 3

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONE

La prevalenza delle attività umane richiedono un'interazione con l'ambiente circostante, rendendo le abilità spaziali e il processo di apprendimento spaziale fondamentali per la vita quotidiana (de Goede, 2009). Durante questo processo, le persone possono mettere in atto diversi tipi di comportamenti di orientamento, come la tendenza a esplorare un ambiente durante la navigazione o ad utilizzare invece la tecnologia di navigazione GPS (He & Hegarty, 2020). È uno strumento che riveste un ruolo sempre maggiore nella nostra quotidianità, risulta quindi essere fondamentale comprendere in che modo incide sulle abilità spaziali. La maggior parte della letteratura presente concorda sui suoi effetti negativi, affermando che porta a un deterioramento della memoria spaziale e alle relative abilità di navigazione; tra questi, un approccio longitudinale di Dahmani e Bohbot (2020) ha dimostrato che l'utilizzo del GPS era associato a un declino della memoria spaziale, sottolineando che questi soggetti acquisiscono meno conoscenze sui percorsi rispetto alle persone che li percorrono senza lo strumento. Tuttavia, ulteriori studi hanno scoperto che all'inizio l'uso del GPS può produrre un effetto positivo sul senso dell'orientamento, con l'utilizzo dell'ausilio infatti i soggetti acquisiscono una migliore rappresentazione dell'ambiente, rilevando che più sono alte le abilità spaziali, maggiore è l'uso del GPS (Nori et al., 2022). Da questo punto di vista, comprendere l'uso strategico del GPS è fondamentale per determinare come questa tecnologia possa influenzare le capacità di navigazione e la memoria spaziale degli individui. Attraverso una serie di questionari *ad hoc* ed un compito di mappa, questo studio si è proposto di esaminare vari aspetti dell'uso del GPS, tra cui l'autoefficacia e il piacere di esplorare, la dipendenza dal GPS e la capacità di creare una mappa mentale di un ambiente virtuale. Con i dati raccolti è stato possibile esplorare le relazioni esistenti tra le diverse variabili e comprendere come le

capacità di navigazione degli utenti e le disposizioni spaziali sono associate all'uso strategico del GPS. I risultati infatti offrono una visione interessante su come l'autoefficacia potrebbe influenzare l'uso del GPS, mostrando come un maggiore senso di autoefficacia e piacere nell'esplorazione siano associati a un uso più strategico del GPS e ad una minore dipendenza dallo stesso per l'orientamento. Questo può significare che le persone caratterizzate da una maggiore fiducia nelle proprie abilità di navigazione utilizzano il GPS come strumento per esplorare ambienti familiari arricchendone la conoscenza con ulteriori dettagli, e per pianificare, ad esempio studiando un percorso per organizzare un viaggio senza poi dover fare ricorso allo strumento durante lo stesso, o, ancora, per scoprire nuovi percorsi o luoghi di interesse. È importante però tenere presente che le relazioni sono sempre bidirezionali quindi all'aumentare dell'uno l'altra aumenta ma non abbiamo informazioni sulla causalità. Queste persone, quindi, potrebbero non considerare il GPS come un semplice strumento di navigazione ma piuttosto come un mezzo che permette loro di potenziare le capacità di esplorazione, aumentando così la loro conoscenza dell'ambiente circostante e costruendo una mappa mentale sempre più dettagliata che permetterà loro di muoversi autonomamente con più facilità.

Al contrario, un minore senso di autoefficacia e fiducia nelle proprie abilità di navigazione potrebbero portare a fare più affidamento sul GPS per potersi orientare risultandone più dipendenti dallo stesso. Questo concetto rafforza l'importanza della percezione di autoefficacia, sottolineando come può influenzare il modo in cui le persone fanno uso della tecnologia, prediligendo un utilizzo più consapevole e strategico del GPS. Un ulteriore dato a favore di questa idea è la relazione positiva che è stata trovata tra la mappa e il senso dell'autoefficacia, e quella negativa tra la mappa e la dipendenza dal GPS: queste associazioni suggeriscono che le persone in grado di creare una rappresentazione mentale accurata dell'ambiente circostante tendono a sentirsi più sicure nelle loro

capacità di navigazione e, di conseguenza, meno dipendenti dal GPS, allo stesso modo chi si sente efficace potrebbe sviluppare maggiori abilità di navigazione e rappresentazioni mentali più accurate. Ancora una volta, avere fiducia nelle proprie abilità di navigazione risulta essere molto importante per poter navigare in maniera ottimale. Possiamo quindi affermare che a seconda del livello di autoefficacia ci possono essere differenti modi di utilizzo del GPS; quindi promuovere tale sentimento positivo attraverso l'educazione e l'addestramento potrebbe portare ad un uso più strategico e indipendente del GPS, riducendo la dipendenza dalle tecnologie di supporto e migliorando le capacità di navigazione delle persone. Ricerche future potrebbero dunque esplorare ulteriormente questi aspetti, sviluppando interventi e tecnologie in grado di ridurre la dipendenza eccessiva dal GPS, riuscendo ad utilizzarlo invece come ausilio di supporto positivo come possono esserlo altri strumenti come la mappa cartacea, col fine di condurre a importanti risultati per l'educazione alla navigazione.

BIBLIOGRAFIA

- Ben-Elia, E. (2021). An exploratory real-world wayfinding experiment: A comparison of drivers' spatial learning with a paper map vs. turn-by-turn audiovisual route guidance. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100280. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100280>
- Bjork, R. A. (1994). Memory and Metamemory Considerations in the Training of Human Beings. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (A c. Di), *Metacognition* (pp. 185–206). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/4561.003.0011>
- Costa, M., & Bonetti, L. (2018). Geometrical distortions in large-scale cognitive geographical maps. *Journal of Environmental Psychology*, 55, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.12.004>
- Dahmani, L., & Bohbot, V. D. (2020). Habitual use of GPS negatively impacts spatial memory during self-guided navigation. *Scientific Reports*, 10(1), 6310. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62877-0>
- de Goede, M. (2009). *Gender differences in spatial cognition*.
- Epstein, R. A., Patai, E. Z., Julian, J. B., & Spiers, H. J. (2017). The cognitive map in humans: Spatial navigation and beyond. *Nature Neuroscience*, 20(11), 1504–1513. <https://doi.org/10.1038/nn.4656>
- Gardony, A. L., Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., & Taylor, H. A. (2013). How Navigational Aids Impair Spatial Memory: Evidence for Divided Attention.

Spatial Cognition & Computation, 13(4), 319–350.

<https://doi.org/10.1080/13875868.2013.792821>

He, C., & Hegarty, M. (2020). How anxiety and growth mindset are linked to navigation ability: Impacts of exploration and GPS use. *Journal of Environmental Psychology*, 71, 101475. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101475>

Hegarty, M., Montello, D., Richardson, A., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34, 151–176.
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.09.005>

Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). Individual Differences in Spatial Abilities. In A. Miyake & P. Shah (A c. Di), *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking* (pp. 121–169). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.005>

Hejtmánek, L., Oravcová, I., Motýl, J., Horáček, J., & Fajnerová, I. (2018). Spatial knowledge impairment after GPS guided navigation: Eye-tracking study in a virtual town. *International Journal of Human-Computer Studies*, 116, 15–24.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.04.006>

Ishikawa, H., Takeuchi, T., & Yano, E. (2008). Measuring functional, communicative, and critical health literacy among diabetic patients. *Diabetes Care*, 31(5), 874–879. <https://doi.org/10.2337/dc07-1932>

Ishikawa, T. (2019). Satellite Navigation and Geospatial Awareness: Long-Term Effects of Using Navigation Tools on Wayfinding and Spatial Orientation. *The Professional Geographer*, 71(2), 197–209.

<https://doi.org/10.1080/00330124.2018.1479970>

Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In *Advances in the psychology of human intelligence, Vol. 4.* (pp. 181–248). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Martínez, K., Burgaleta, M., Román, F. J., Escorial, S., Shih, P. C., Quiroga, M. Á., & Colom, R. (2011). Can fluid intelligence be reduced to ‘simple’ short-term storage? *Intelligence*, 39(6), 473–480.

<https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.09.001>

Meneghetti, C., Miola, L., Toffalini, E., Pastore, M., & Pazzaglia, F. (2021). Learning from navigation, and tasks assessing its accuracy: The role of visuospatial abilities and wayfinding inclinations. *Journal of Environmental Psychology*, 75, 101614. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101614>

Meneghetti, C., & Pazzaglia, F. (2021). Navigating in Virtual Environments: Does a Map or a Map-Based Description Presented Beforehand Help? *Brain Sciences*, 11(6), 773. <https://doi.org/10.3390/brainsci11060773>

Meneghetti, C., Pazzaglia, F., & De Beni, R. (2015). Mental representations derived from spatial descriptions: The influence of orientation specificity and

visuospatial abilities. *Psychological Research*, 79(2), 289–307.

<https://doi.org/10.1007/s00426-014-0560-x>

Miola, L., Meneghetti, C., Gyselinck, V., Curcio, F. G., & Pazzaglia, F. (2021). The influence of environmental context on spatial learning. Openness of the environment and spatial mental representations in the city of Venice. *Journal of Environmental Psychology*, 76, 101629.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101629>

Miola, L., Meneghetti, C., Muffato, V., & Pazzaglia, F. (2023). Orientation behavior in men and women: The relationship between gender stereotype, growth mindset, and spatial self-efficacy. *Journal of Environmental Psychology*, 86, 101952.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101952>

Miola, L., Meneghetti, C., Pazzaglia, F., & Van Der Ham, I. (2023). Gender-related differences in environment learning: Examining task characteristics and spatial beliefs. *Learning and Individual Differences*, 106, 102342.

<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102342>

Montello, D., & Sas, C. (2006). Human Factors of Wayfinding in Navigation.

International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors.

<https://doi.org/10.1201/9780849375477.ch394>

Muffato, V., Feraco, T., Miola, L., Tortora, C., Pazzaglia, F., & Meneghetti, C. (2021). Finding the shortest path in a familiar environment: A comparison between describing and walking a path after accounting for the role of individual factors.

Journal of Environmental Psychology, 78, 101708.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101708>

Nori, R., Zucchelli, M. M., Giancola, M., Palmiero, M., Verde, P., Giannini, A. M., & Piccardi, L. (2022). GPS Digital Nudge to Limit Road Crashes in Non-Expert Drivers. *Behavioral Sciences*, 12(6), 165. <https://doi.org/10.3390/bs12060165>

O'Keefe, J., & Nadel, L. (1978). *The Hippocampus as a Cognitive Map*. Oxford: Clarendon Press. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/620894>

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. In T. Barkowsky, H. Burte, C. Hölscher, & H. Schultheis (A c. Di), *Spatial Cognition X* (Vol. 10523, pp. 55–68). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68189-4_4

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. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00225>

Ruginski, I. T., Creem-Regehr, S. H., Stefanucci, J. K., & Cashdan, E. (2019). GPS use negatively affects environmental learning through spatial transformation abilities. *Journal of Environmental Psychology*, 64, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.05.001>

- Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The Development of Spatial Representations of Large-Scale Environments. In H. W. Reese (A c. Di), *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 10, pp. 9–55). JAI.
[https://doi.org/10.1016/S0065-2407\(08\)60007-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2407(08)60007-5)
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55(4), 189–208. <https://doi.org/10.1037/h0061626>
- Tomaso Vecchi & Cesare Cornoldi. (1998). Differenze individuali e memoria di lavoro visuo-spaziale. *Giornale italiano di psicologia*, 3, 491–532.
<https://doi.org/10.1421/207>
- Topete, A., He, C., Protzko, J., Schooler, J., & Hegarty, M. (2024). How is GPS used? Understanding navigation system use and its relation to spatial ability. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s41235-024-00545-x>
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402.
<https://doi.org/10.1037/a0028446>
- van der Ham, I. J. M., Claessen, M. H. G., Evers, A. W. M., & van der Kuil, M. N. A. (2020). Large-scale assessment of human navigation ability across the lifespan. *Scientific Reports*, 10(1), 3299. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60302-0>

Wolbers, T., & Hegarty, M. (2010). What determines our navigational abilities? *Trends in Cognitive Sciences*, *14*(3), 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.001>