



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Filosofia, Sociologia, Pedagogia e Psicologia Applicata
Corso di laurea in scienze psicologiche sociali e del lavoro
Tesi di laurea Triennale

Titolo:

Il gioco del memory per la valutazione dello span di memoria
The concentration game for the assessment of the memory span

Relatrice

Dott.ssa Debora De Chiusole

Correlatore

Dott. Andrea Brancaccio

Laureanda: Gaia Pascucci
Matricola: 2039997

Anno accademico 2022/2023

INDICE

CAPITOLO 1	4
LA MEMORIA E IL SUO SPAN	4
1.1 Introduzione	4
1.1.1 I modelli teorici sulla memoria	4
1.1.2 I limiti della capacità di memoria	6
1.1.3 Lo span di memoria: cos'è e come si valuta.	8
1.2 I test che valutano lo span di memoria	8
1.2.1 Il test di Corsi	9
1.2.2 Il Digit Span: una breve rassegna storica	9
1.2.3 La WISC- IV Digit Span	10
1.2.4 Il Wechsler digit span e il gioco del memory	10
IL GIOCO DEL MEMORY	12
2.1 La descrizione del gioco e le componenti di memoria coinvolte	12
2.2 Le strategie di memoria coinvolte nel gioco	13
2.3 I valori attesi e i problemi legati alla fortuna	15
UNO STUDIO EMPIRICO	18
3.1 Introduzione	18
3.2 Strumenti	18
3.3 Metodi	20
3.4 Risultati	21
3.5 Conclusioni, limiti e suggerimenti	24
CAPITOLO 4	25
DISCUSSIONE GENERALE	25
4.1 Discussione generale	25
BIBLIOGRAFIA	27

ABSTRACT

Negli ultimi anni, la valutazione computerizzata basata sul gioco, nota in letteratura come *computerized game-based assessment* (GBA, Tobias, Fletcher & Wind, 201; Rondon, Sassi & Furquim de Andrade 2013; Shute & Rahimi, 2017), sta acquistando sempre più consenso in svariati ambiti applicativi (come, per esempio, la selezione del personale, l'apprendimento scolastico e l'individuazione dei disturbi dell'apprendimento). Infatti, essa può fornire notevoli vantaggi in termini di tempo e costi rispetto alla tradizionale valutazione carta e matita, fornendo da un lato la possibilità di personalizzare la valutazione (ad esempio utilizzando procedure di tipo adattivo), dall'altro di ottenere dati qualitativamente migliori grazie ad attività estremamente motivanti per i soggetti. In modo particolare, la GBA può essere molto utile per la valutazione delle abilità cognitive, come ad esempio la memoria. Esistono ad oggi svariati test che valutano diversi aspetti della memoria umana (come ad es. la memoria visuo-spaziale, lo span di memoria, ecc.); tuttavia, dalle ricerche effettuate, non sembra esistere un test che valuti lo span di memoria tramite il cosiddetto gioco del *memory*. Nel presente elaborato, in seguito ad una breve rassegna sulla memoria, il suo funzionamento e i suoi limiti, e ad un'attenta analisi dei test che valutano lo span di memoria, si propone un nuovo test che, con il supporto di un'app digitale per smartphone, valuta lo span di memoria tramite il gioco del *memory*.

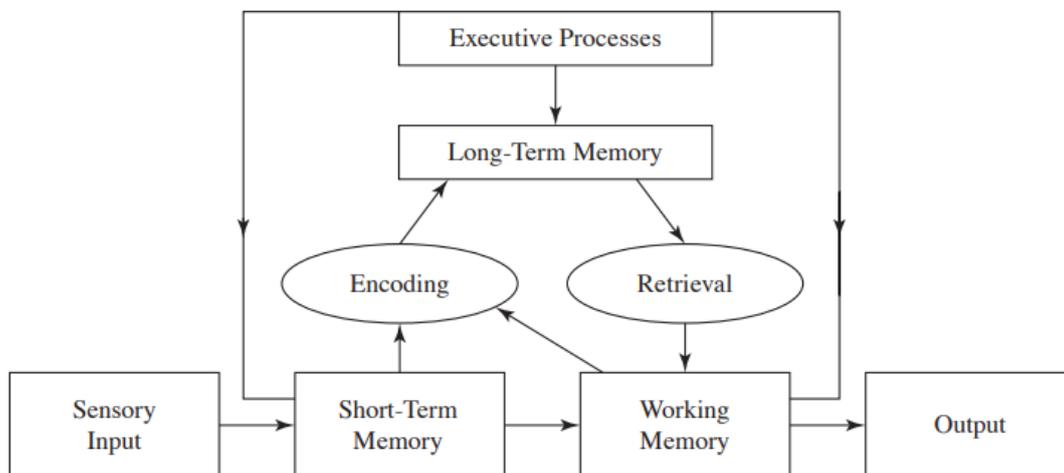
CAPITOLO 1

LA MEMORIA E IL SUO SPAN

1.1 Introduzione

La memoria è una funzione cognitiva che svolge attività come l'assimilazione, la ritenzione e il richiamo di informazioni apprese durante un'esperienza (Nolen-Hoeksema, Frederickson, Loftus, Lutz 2017). Essa rappresenta un magazzino all'interno del quale l'individuo conserva le tracce del suo vissuto dal quale attingere per affrontare situazioni di vita presente e futura. La memoria attraversa tre stadi di elaborazione della traccia mnestica: la fase di codifica, la fase di immagazzinamento ed infine la fase di recupero. La codifica si occupa di tradurre l'informazione sensoriale in un'unità significativa così da poterla immagazzinare; l'immagazzinamento si occupa di mantenere nel tempo le informazioni assimilate, mentre il recupero si occupa del ripescaggio dalla memoria di informazioni precedentemente codificate e immagazzinate (Fig. 1). La figura descrive il flusso e l'elaborazione delle informazioni all'interno dei vari sottosistemi interconnessi di memoria, partendo dall'input sensoriale, giungendo alla memorizzazione fino alla risposta comportamentale.

Fig. 1. Esempio del modello relativo a come viene processata un'informazione (Dehn, 2011).



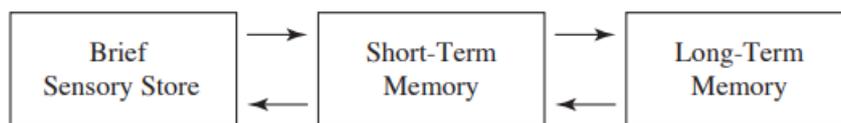
Nella sezione che segue, si presenteranno brevemente i diversi tipi di memoria che, nel tempo, sono stati introdotti e definiti da vari autori.

1.1.1 I modelli teorici sulla memoria

Atkinson e Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968) postulano l'esistenza di tre tipi di memoria rispondenti a 3 diversi intervalli temporali: il magazzino sensoriale, il magazzino a breve termine e il

magazzino a lungo termine (Fig. 2). Il magazzino sensoriale recepisce tutte le informazioni a cui un individuo è esposto e, per poter discriminare le informazioni utili da quelle superflue, necessita del cosiddetto filtro attentivo. La memoria a breve termine (MBT) mantiene attiva la traccia mnestica per un breve periodo di tempo, della durata di circa dieci secondi. Se queste tracce riescono ad essere consolidate tramite strategie comportamentali passano alla memoria a lungo termine, altrimenti decadono scomparendo. Infatti, la MBT svolge una funzione transitoria e di servizio tra la memoria sensoriale e la memoria a lungo termine. La memoria a lungo termine (MLT) rappresenta invece un magazzino avente capacità ben superiori; in essa, infatti, sono conservate tutte le esperienze e le conoscenze acquisite durante il corso della nostra vita e quelle che si legano al nostro carattere o temperamento. La MLT è composta da varie componenti: la memoria esplicita o memoria dichiarativa e la memoria implicita o memoria procedurale. La memoria esplicita comprende tutto ciò che può essere descritto consapevolmente dal soggetto ed è suddivisa in memoria episodica, memoria semantica e memoria autobiografica. La memoria implicita invece contiene abilità motorie, percettive e cognitive.

Fig. 2. Modello di memoria Atkinson-Shiffrin (Dehn, 2011).

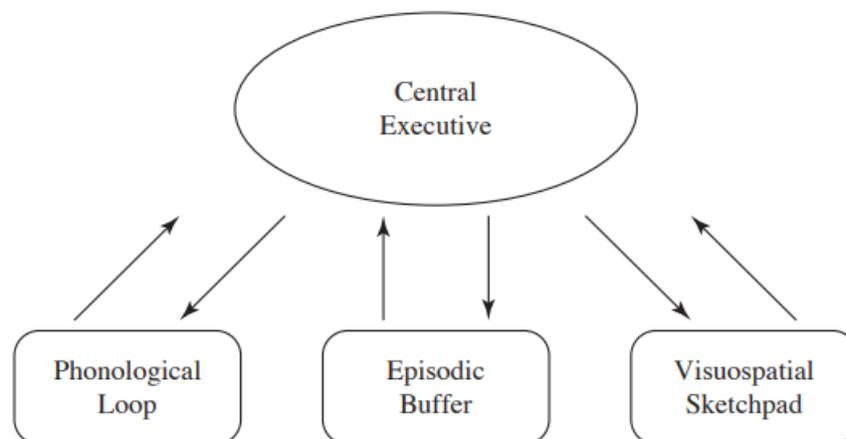


Il modello di Atkinson e Shiffrin è stato ampliato da Baddeley e Hitch (Baddeley & Hitch, 1974) che hanno introdotto la memoria di lavoro (ML). La ML è una forma di memoria a breve termine; essa trattiene una quantità limitata di informazione che devono essere utilizzate per altri processi cognitivi implicati nello svolgimento di un compito o di un'attività. Questo sistema di memoria ha una capacità limitata, in quanto riesce a mantenere attiva la traccia mnestica per un periodo limitato di tempo. Il modello di memoria di lavoro è composto da diversi sottosistemi: l'esecutivo centrale, il circuito fonologico e il taccuino visuo-spaziale (Fig. 3).

Tulving (Tulving, 1972) approfondendo la memoria dichiarativa, ovvero quel sistema mnestico che consente di richiamare alla coscienza i ricordi delle esperienze vissute oppure le conoscenze fattuali, propone una distinzione tra memoria episodica e memoria semantica. La memoria episodica consente la rappresentazione di diversi aspetti di un evento o di un accadimento specifico, e raccoglie gli avvenimenti che l'individuo ha vissuto in prima persona. Inoltre, essa consente di immagazzinare aspetti specifici di una traccia mnestica in termini spazio-temporali e situazionali degli accadimenti.

La memoria semantica, invece, non fa riferimento ad eventi e accadimenti della propria esperienza personale ma consiste nell'insieme di concetti, conoscenze e nozioni che abbiamo acquisito nel corso della nostra esperienza di vita (come, ad esempio, "Roma è la capitale dell'Italia"). Sono incluse nella memoria semantica anche le informazioni legate alla nostra vita personale (ad esempio, "sono nata il 6 Luglio"). La memoria semantica è quindi la memoria del sapere, delle conoscenze enciclopediche e fattuali.

Fig.3. Modello di memoria di lavoro di Baddeley (Dehn, 2011).



Infine, Conway (Conway, 2005) definisce la memoria autobiografica come l'insieme dei ricordi che hanno influenzato, e in qualche misura hanno influenzato la nostra esistenza nell'ottica del sé e del rapporto con il mondo. Infatti, la memoria autobiografica è definibile come un'integrazione tra la memoria episodica e la memoria semantica. Essa immagazzina fatti ed eventi accaduti alla persona in relazione a schemi o percorsi di significato, unifica consapevolmente le diverse esperienze di vita partendo da un significato comune e coerente tra i ricordi facenti parte della stessa categoria. Tracce mnestiche riguardanti situazioni accadute lontane nel tempo possono essere vivide nella nostra memoria; questo accade perché i ricordi episodici sono inglobati in una rete di significati più ampia che riguarda la conoscenza di noi, del mondo e delle relazioni sociali.

1.1.2 I limiti della capacità di memoria

Conoscere i limiti della ML ci permette di studiare quelle che sono le abilità cognitive di un individuo e di conoscere le differenze individuali.

La rassegna proposta da Oberauer, Farrell, Jarrold, & Lewandowsky (2016) definisce i tre principali limiti della capacità di memoria: il decadimento delle informazioni, la capienza del magazzino mnestico e, infine, le possibili interferenze. Il primo limite, ovvero il decadimento, prova

che la traccia mnestica si perde nel tempo se non avviene il recupero. Il secondo limite definisce la memoria come una risorsa limitata: il famoso “ 7 ± 2 ” scoperto da Miller (1956) è un esempio di decadimento e indica che, tendenzialmente, non si è in grado di ricordare più di nove elementi alla volta. L’ultimo limite è relativo alle varie interferenze che influiscono sulla memoria (utilizzando un esempio del presente studio, la nostra performance a livello di codifica sarà compromessa se durante un compito di memoria qualcuno parla ad alta voce).

Ai fini di analizzare meglio i limiti della capacità di memoria (span) gli autori propongono un esperimento (Oberauer, Farrell, Jarrold, & Lewandowsky, 2016), dove i partecipanti devono svolgere il test di span. Nella prima parte dell’esperimento sono analizzati degli aspetti prettamente legati alla natura degli stimoli presentati durante il test e alle condizioni di somministrazione, mentre in una seconda parte si vuole capire cosa succede se durante il test vengono inserite delle interferenze.

Gli autori si aspettavano che la performance di memoria fosse influenzata dal numero di elementi enunciati dallo sperimentatore e dalla loro complessità (ad esempio, come descritto dagli autori, una parola concreta è più semplice da ricordare rispetto ad una parola inventata).

L’esperimento era dunque caratterizzato dalla somministrazione da parte dello sperimentatore del test di span ai partecipanti sotto l’influenza di varie condizioni sperimentali. Le condizioni sperimentali prevedevano l’utilizzo di parole concrete o non concrete e lunghe o corte. Inoltre, si manipolava l’intervallo di attesa tra la presentazione degli elementi (*item*) da parte dello sperimentatore e la ripetizione degli stessi da parte del partecipante.

Il test di span consiste infatti in un compito comportamentale di rievocazione libera di parole o numeri: ad ogni trial, il soggetto ripete n *item* enunciati dallo sperimentatore, se la ripetizione è corretta lo sperimentatore presenta, nel trial successivo, un nuovo elenco di item di numerosità $n + 1$. Al primo errore del soggetto si conclude il test e si considera come misura di span la quantità (n) dell’ultima ripetizione corretta.

L’analisi dei dati conferma quanto previsto dall’ipotesi di ricerca. I risultati dimostrano che all’aumentare della complessità delle parole diminuisce la performance di rievocazione, tale effetto si osserva sia a livello fonologico (lunghezza delle parole) sia a livello semantico (parole astratte vs concrete). Invece, per quanto riguarda la manipolazione dell’intervallo di memoria non si sono riscontrate differenze di performance.

Successivamente, riproponendo lo stesso test di span, si sono manipolate le classi degli elementi presentati e si è scoperto che i partecipanti ricordano più facilmente gli elenchi di elementi appartenenti a classi diverse rispetto che alla stessa (ad esempio, elenchi misti di parole e numeri rispetto che contenenti unicamente parole o numeri).

In una seconda parte dello studio, gli autori vogliono analizzare cosa accade quando lo sperimentatore propone un'attività disturbante durante la fase di codifica del test di span. I partecipanti subiscono interferenze di vario tipo: della musica, la voce dell'assistente dello sperimentatore che parla con un suo collega, il rumore della strada. Da qui è emerso che la performance viene compromessa in gradi differenti a seconda dell'attività proposta: la voce dell'assistente dello sperimentatore è molto più distraente del rumore della strada. L'interferenza minore è quella determinata dal rumore della strada.

Il mantenimento dell'attenzione è una variabile che modula la performance nei compiti di memoria. Infatti, in compiti di doppia e contemporanea stimolazione sensoriale, l'attenzione risulta divisa con rapidi spostamenti da uno stimolo all'altro. Tale spostamento determina una codifica parziale delle informazioni con conseguente peggioramento della performance di rievocazione (se la codifica è già di per sé parziale, la rievocazione non può essere completa).

Concludendo, si può dire che l'attività disturbante di natura verbale è quella con un impatto maggiore essendo uno stimolo della stessa tipologia dello stimolo target.

1.1.3 Lo span di memoria: cos'è e come si valuta.

In psicologia, lo span di memoria si qualifica come l'unità di misura della capacità di memoria di un individuo. Esso rappresenta la quantità di informazioni che il soggetto riesce ad immagazzinare, ovvero quante parole, frasi o numeri è capace di ricordare subito dopo averle apprese. I test relativi allo span di memoria vengono usati per misurare il livello di ritenzione delle informazioni nella memoria a breve termine. Vedono pertanto un utilizzo sia a livello sperimentale sia a livello clinico-diagnostico, (per esempio all'interno di test neuropsicologici, ma anche nel valutare l'intelligenza).

Sulla base della tipologia di misurazione che si desidera effettuare, possono essere distinti varie tipologie di span, essi si identificano a seconda della funzione cognitiva che si intende valutare.

1.2 I test che valutano lo span di memoria

In letteratura esistono svariate tipologie di test che valutano lo span di memoria, si veda ad esempio la rassegna proposta da Dehn (2011) che ne indica circa 20. Nel presente elaborato si prenderanno in esame i tre dei test più utilizzati, ad oggi, sul panorama nazionale e internazionale, ovvero il digit span, la sotto-scala della *Wechsler Intelligence Scale for Children* (WISC, Wechsler 194) e il test di Corsi.

1.2.1 Il test di Corsi

Il noto test di Corsi si occupa di misurare lo span di memoria visuo-spaziale. In questo test, lo stimolo è rappresentato da una tavoletta di legno su cui sono incollati nove cubi numerati, disposti in modo asimmetrico. La tavoletta viene appoggiata su un tavolo, in modo tale che le facciate dei cubi con i numeri siano rivolte verso lo sperimentatore e non verso il soggetto. Lo sperimentatore è seduto di fronte al soggetto e tocca con l'indice i cubi in una sequenza standard di lunghezza crescente (da due a dieci cubi), tornando ogni volta con l'indice sul tavolo alla fine di ogni toccata. Appena terminata la dimostrazione della sequenza, l'esaminatore chiede al soggetto di riprodurla toccando i cubi nello stesso ordine. Al partecipante vengono presentate tre sequenze per ogni serie e se il soggetto riproduce correttamente almeno due sequenze su tre si passa ad esaminare la serie successiva. Il numero di cubi relativi alla serie più lunga ricordata e per la quale sono state riprodotte correttamente almeno due sequenze, costituisce il punteggio del test che rappresenta lo span di memoria spaziale del soggetto.

1.2.2 Il Digit Span: una breve rassegna storica

Il digit span è lo strumento più famoso per la misurazione della memoria nell'ambito della neuropsicologia. Joseph Jacobs (Jacobs, 1880), un maestro di scuola londinese che voleva misurare le capacità mentali dei suoi allievi, sviluppò nel 1880 il primo Digit span test che fu successivamente incorporato da Binet and Simon nella loro famosissima scala per la valutazione dell'intelligenza (Binet & Simon, 1905). Da allora, questo tipo di test è stato un pilastro della valutazione cognitiva. Esso è composto da due test: il così detto *digit forward*, ovvero la memorizzazione di cifre che devono essere ripetute nello stesso ordine in cui vengono presentate; e il così detto *digit backward*, ovvero la memorizzazione di cifre che devono essere ripetute nell'ordine inverso rispetto alla presentazione. Il funzionamento di questo test è molto semplice, si presenta al soggetto una piccola serie di cifre e appena finita la presentazione, si chiede di ricordare la sequenza presentata. Se la risposta è corretta si aumenta la lunghezza della sequenza di una cifra, si ripete questa procedura fino a che il soggetto non sbaglia. Famoso è lo studio di Miller (1956), nel quale si giunge ad individuare che in media, lo span di memoria di cifre e parole nella popolazione non clinica si aggira attorno ai 7 ± 2 elementi (Miller 1956).

Uno studio successivo (Dehn, 2011) ha poi evidenziato che, i due tipi di compiti *forward* e *backward* digit misurano aspetti differenti della memoria. Il primo misura la memoria fonologica a breve termine, mentre il secondo misura la memoria di lavoro esecutiva.

Rispetto al *forward* span, il *backward* span produce una riduzione dello span di almeno una cifra, nella popolazione generale. La riduzione diventa più importante nelle popolazioni cliniche o negli anziani. Le procedure di somministrazione e di scoring dei due test sono identiche.

1.2.3 La WISC- IV Digit Span

La WISC, ovvero la *Wechsler Intelligence Scale for Children*, è uno strumento clinico diagnostico che valuta le abilità intellettuali dei bambini dai 6 ai 16 anni e 11 mesi di età. Questo test grazie ai suoi 16 compiti riesce a calcolare il quoziente intellettivo di un individuo. Tra questi 16 sotto-test è presente il *Wechsler digit span test* (WDST) che funziona esattamente come detto precedentemente. Quindi si presenta al soggetto una piccola serie di cifre e appena finita la presentazione, si chiede di ricordare la sequenza presentata. Se la risposta è corretta si aumenta la lunghezza della sequenza di una cifra, si ripete questa procedura fino a che il soggetto non sbaglia.

Sebbene non sia progettata esclusivamente per la valutazione della memoria, la *Wechsler Intelligence Scale* per bambini offre una valutazione approfondita ed efficiente della memoria a breve termine e di lavoro.

I 16 sottotest del processo sono raggruppati in quattro domini: verbale, percettivo, memoria di lavoro e velocità di elaborazione.

1.2.4 Il Wechsler digit span e il gioco del memory

Uno studio di Schmidt (2005) propone un confronto tra il gioco del memory (*concentration game*) e il WDST per la misura dello span di memoria. Il gioco consiste nell'accoppiare tutte le carte fra loro uguali nel minor tempo possibile e senza commettere errori.

Due erano i principali quesiti sperimentali della Schmidt. Il primo era capire se il *concentration game* fosse un metodo valido per misurare la capacità di memoria. Il secondo era capire se la performance ottenuta dal *concentration game* potesse essere equiparata a quella ottenuta nel digit span.

Ciò che l'autrice si aspettava era dunque che, minori sarebbero stati i turni necessari per terminare il gioco, maggiore sarebbe stata la capacità di memoria del soggetto. Le condizioni sperimentali per validare le due ipotesi prevedevano che il soggetto svolgesse prima il WDST per poi giocare al gioco del memory. All'interno del WDST, la variabile dipendente (VD) di interesse era lo span di memoria, mentre, nel gioco del memory, le VD considerate erano il numero di turni impiegati dai soggetti per terminare il gioco e il numero totale di carte presentate.

Le evidenze sperimentali ottenute dall'analisi dei dati, ci illustrano che all'aumentare del numero di turni necessari per completare il gioco diminuiva la prestazione a livello della capacità di memoria nel WDST. Inoltre, si è verificato che all'aumentare del numero di carte la performance di memoria peggiorava, risultato ottenuto anche nel WDST al crescere dei numeri presentati dallo sperimentatore. La capacità di memoria, infatti, come descritto precedentemente, presenta dei limiti, il limite più grande all'interno del gioco è non riuscire a ricordare tutte le carte. Il "7 ± 2" scoperto

da Miller rappresenta il range di memoria di un soggetto non affetto da patologia. Il corrispettivo del limite di capacità di memoria all'interno del gioco coincide con il numero di carte presenti nel mazzo. Le evidenze empiriche ottenute dalla Schmidt, ovvero la correlazione tra il WDST e il gioco del memory, hanno dunque permesso di validare l'idea del *concentration game* come metodo di valutazione dello span di memoria. Il che significa che avere una buona performance all'interno del gioco corrisponda abbastanza precisamente ad una buona performance nel test.

I risultati ottenuti da questo studio sono base fondamentale per il presente elaborato di ricerca, il cui scopo è sviluppare una app che valuti lo span di memoria tramite il gioco del memory. Nei capitoli successivi verrà approfondita tale ipotesi.

CAPITOLO 2

IL GIOCO DEL MEMORY

2.1 La descrizione del gioco e le componenti di memoria coinvolte

Il “memory” è un gioco per bambini e adulti, che può essere svolto in gruppo o individualmente. Oltre ad essere un divertente passatempo, può essere utile per migliorare la capacità di memoria. Esistono più versioni del gioco che variano per quantità di carte e per simboli usati. La caratteristica comune a tutte queste versioni è che le carte consistono di coppie equivalenti, del tutto identiche a due a due. Il gioco funziona nel modo seguente. Le carte vanno mescolate e disposte a dorso coperto sul tavolo da gioco, senza che vi sia sovrapposizione. Successivamente, il primo giocatore inizia scoprendo due carte e mostrandole a tutti i giocatori; se queste formano una "coppia" (ovvero sono identiche), le incassa e procede a scoprirne altre due, altrimenti le ricopre mantenendole nella loro posizione originale. Il turno passa al giocatore successivo. I giocatori si turnano in questo modo e, con l'avanzare del gioco, si formeranno nuove coppie e rimarranno sempre meno carte sul tavolo da gioco. Vince il giocatore che riesce a scoprire più coppie.

Nello studio di Foerster & Wattenhofer (2013) si confrontano le due versioni del gioco, uno dove si gioca “in solitario” e l’altro dove si gioca in coppia, cercando di capire quale versione di gioco riflette in maniera migliore la performance di memoria. Mentre il gioco in coppia attiva nei giocatori la competizione ed eventuali strategie, la versione individuale può misurare meglio la capacità di memoria, questo perché l’altro giocatore ci permette di ottenere delle informazioni in più per il gioco senza dover adoperare nessuna strategia di memoria.

Ciononostante, anche il gioco individuale ha degli aspetti che ne limitano le potenzialità di utilizzo nell’ambito della valutazione della memoria, ovvero la presenza di una componente di fortuna. Infatti, le coppie possono essere scoperte per effetto del caso. Tale componente di fortuna diviene sempre più importante al diminuire del numero di carte presenti sul tavolo da gioco. Pertanto, diventa fondamentale studiare tale componente durante tutte le fasi del gioco. Approfondiremo questa tematica in seguito.

Con l’obiettivo di utilizzare il gioco del memory per valutare la memoria di un individuo, un ulteriore aspetto importante da approfondire riguarda l’individuazione delle componenti della memoria che sono coinvolte nel gioco. Quando giochiamo si attivano differenti tipi di memoria, poiché dobbiamo ricordarci non solo quale carta abbiamo visto, ma anche dov’è posizionata. Queste due attività necessitano di componenti di memoria differenti, la memoria visuo-spaziale e la memoria di lavoro (Schmidt 2005). La memoria di lavoro permette di tenere a mente le carte che vengono scoperte e non subito utilizzate ai fini successivi di creare una coppia. Questo sistema di memoria

permette di tenere la traccia di memoria attiva per tutta la durata della partita, così da poter utilizzare tutte le informazioni ottenute (in questo caso le carte da gioco) per completare il compito cognitivo di accoppiare le carte uguali. Invece, la memoria visuo-spaziale aiuta a ricordare dove sono posizionate le carte che servono per formare una coppia. Per quanto riguarda la memoria visuo-spaziale, Schumann-Hengsteler in un suo studio (1992) ha esaminato come vengono ricordate le posizioni delle carte e quali strategie vengono utilizzate. La sua ricerca, svolta su un campione di bambini, ha rivelato che sembrano esserci un sottosistema di memoria per mantenere le informazioni spaziali e un altro distinto per il mantenimento in memoria delle informazioni sull'identità delle carte.

Seguendo la linea di questo esperimento condotto sui bambini, uno studio di Chagnon & McKelvie (1992) fornisce evidenza empirica sulla migliore performance dei bambini rispetto agli adulti all'interno del gioco del memory. Questo perché, come dimostrato dal secondo studio di Schumann-Hengsteler (1993), i bambini utilizzano una rappresentazione più olistica del materiale immagazzinato in memoria; perciò, sono più bravi a ricordare la posizione degli oggetti piuttosto che la loro identità. Gli adulti, invece, immagazzinano in memoria sia la posizione che l'identità degli oggetti e questo spesso causa un'interferenza fra i due tipi di informazioni.

2.2 Le strategie di memoria coinvolte nel gioco

Nel corso del gioco è possibile utilizzare delle strategie di memoria, che permettono di mantenere in memoria più informazioni possibili, senza perderle lungo il corso del gioco, consentendo pertanto di accelerare la buona riuscita del gioco e di conseguenza di potenziare la performance.

Esistono vari tipi di strategie, le più famose sono quelle egocentriche e allocentriche (Lavenex, Lecci, Prêtre, Brandner, Mazza, Pasquier & Lavenex 2011).

A proposito di quest'ultime, l'obiettivo dello studio di Lavenex et al. era quello di determinare in che modo differenti quadri di riferimento (egocentrico o allocentrico) influenzino le prestazioni dei soggetti nel recepire informazioni spaziali. Ai soggetti veniva chiesto di giocare al gioco del memory senza un avversario in quattro diverse condizioni. Le variabili manipolate erano la posizione del giocatore intorno al tavolo e la rotazione del tavolo da gioco. Attraverso tale manipolazione, si voleva indurre nei diversi gruppi sperimentali l'utilizzo di specifiche elaborazioni spaziali (egocentrica vs. allocentrica). Lo scopo dell'esperimento era, infatti, capire quale strategia mnestica, indotta dalla tipologia di elaborazione spaziale, consenta la massima efficienza durante il gioco.

La strategia egocentrica consiste nel memorizzare la disposizione spaziale dell'ambiente circostante, visto da una prospettiva centrata in ogni momento sul soggetto, e successivamente essere in grado di ricordare la sequenza dei punti di riferimento via via incontrati e dei movimenti o svolte effettuati lungo il percorso. All'interno del gioco corrisponde alla condizione in cui il soggetto ha cambiato

postazione di gioco (si siede su una sedia, su un altro lato del tavolo) senza che il tavolo da gioco ruoti (le carte non vengono ruotate).

La strategia allocentrica, al contrario, consiste nel rappresentare l'ambiente come una sorta di mappa e di guardarla mentalmente in modo da direzionarsi o localizzarsi all'interno dell'ambiente visto dall'esterno. All'interno del gioco corrisponde alla condizione in cui il soggetto non cambia la sua posizione di gioco, ma cambia, piuttosto, la posizione delle carte sul tavolo da gioco, che vengono ruotate. Si propone un esempio per designare meglio il significato delle due strategie appena presentate. Si ponga di dover arrivare da un posto A ad un posto B; se si utilizza una rappresentazione egocentrica la strada percorsa sarà quella che si è sempre fatta, ovvero quella che utilizza i punti di riferimento già conosciuti. Ciò comporta che, se si percorrerà una strada differente da quella precedente, si perderanno di vista i punti di riferimento e, di conseguenza, ci si troverà spaesati, non sapendo più come arrivare a B. Utilizzando, invece, una rappresentazione allocentrica, si avrà una visione dall'alto di tutta la città, una mappa mentale che permetterà di orientarsi in tutte le strade, senza basarsi su specifici punti di riferimento.

Le prestazioni della memoria sono state misurate in base al numero di mosse necessarie per trovare tutte le coppie di immagini. I risultati dell'esperimento dimostrano che adoperare una rappresentazione egocentrica dello spazio garantisce risultati di performance migliori rispetto ad una rappresentazione allocentrica, questo perché permette un'analisi più approfondita e precisa sia dell'identità delle carte sia della posizione. La strategia allocentrica, concentrandosi invece maggiormente sulla posizione delle carte, determina una perdita informazioni riguardo l'identità e questo fa sì che si commettano più errori nell'accoppiare le carte.

Un'ulteriore strategia che può essere utilizzata per migliorare la propria performance è quella della così detta mossa ridondante (Schmidt, 2005). Quest'ultima è una mossa che non contribuisce a dare nuove informazioni ai fini del gioco, ma è molto utile per fare un “*refresh*” della memoria, ovvero permette al giocatore di ricordare dove sono le carte che gli serviranno successivamente.

Infine, due importanti strategie mnestiche sono quella di *primacy* e di *recency* (Schmidt, 2005). Lo studio vuole capire come il soggetto agisce nel gioco, dopo aver acquisito in memoria una coppia di carte equivalenti non ancora accoppiate nella pratica. Egli ha composto la coppia solo in memoria poiché ha acquisito l'identità e la posizione delle due carte in turni differenti. Interesse della Schmidt è verificare quale fra le due carte il soggetto girerà per prima nel turno corrente, tale scelta rappresenta infatti la misura della strategia utilizzata.

Se il soggetto utilizza la strategia di *primacy*, girerà come prima carta quella la cui identità e posizione è stata acquisita più in precedenza, più lontana a livello temporale. Se, invece, verrà utilizzata la strategia di *recency*, il soggetto girerà come prima carta quella acquisita nell'ultimo turno.

A questo punto, vale la pena informare il lettore che la strategia più efficace per il gioco del memory risulta essere quella di *primacy*. Il soggetto, facendo uso di tale strategia, avrà bisogno di meno turni per accoppiare tutte le carte. Infatti, se girerà correttamente come prima carta quella vista più in precedenza, avrà più possibilità di trovare la sua carta equivalente, la quale è più “fresca” in memoria. Se invece dovesse sbagliare, girando una carta non prevista, si aprirà una nuova possibilità di trovare la carta equivalente della specifica carta appena girata. Diversamente, se il partecipante gira prima la carta più recente (del turno precedente), ma sbaglia poi nel trovare il suo match, perde il turno.

2.3 I valori attesi e i problemi legati alla fortuna

Nel gioco del memory è possibile calcolare statisticamente la probabilità che ad ogni turno venga individuata una coppia ed è quindi possibile stabilire probabilisticamente in quante mosse terminerà il gioco.

Lo studio di Foerster & Wattenhofer (2013) si è occupato proprio di questo, ovvero di calcolare il numero massimo di mosse per finire il gioco, nel caso di un giocatore a memoria perfetta.

In questo modo è possibile confrontare la prestazione di un individuo con quella di un giocatore a memoria perfetta, ogni deviazione da essa indicherà il fallimento della memoria, rispetto alla memoria perfetta. Al crescere di tale deviazione crescerà anche il livello di compromissione della memoria di quel particolare individuo.

Foerster & Wattenhofer (2013) hanno dimostrato che nella versione solitaria del gioco, il valore atteso del numero di mosse m per finire la partita nel caso di un giocatore a memoria perfetta è

$$1.5 \cdot (n - 1) \leq m < 1.75 \cdot n$$

Dove $n > 0$ indica il numero di coppie presenti nel mazzo di carte. Tale intervallo, suggerisce che al crescere del numero di carte cresce anche il numero di mosse necessarie per completare il gioco.

Nella versione in coppia (dove c'è un avversario), invece, sono necessarie meno mosse per completare il gioco dato che l'altro giocatore scoprirà a sua volta nuove carte senza sprecare mosse.

Indicando con k il numero di carte note al giocatore (viste), è possibile calcolare il valore atteso di mosse per finire la partita, a seconda delle fasi di gioco. Per il primo turno, la probabilità di girare una carta conosciuta è $k / (2n - k)$, mentre la probabilità di girare una carta sconosciuta è $2(n - k) / (2n - k)$. Nei turni successivi, se si gira una carta sconosciuta ci sono tre casi: (1) girare la carta corrispondente alla prima, che avrà probabilità $1 / (2n - k - 1)$; (2) girare una carta conosciuta $k / (2n - k - 1)$; (3) girare una carta completamente sconosciuta $2(n - k - 1) / (2n - k - 1)$.

Come detto all'inizio della sezione, nel gioco del memory bisogna tener conto della componente “fortuna”, poiché essa non può essere modellata (è imprevedibile) e, se presente,

modifica i calcoli statistici. In uno studio della Schmidt (2005) viene analizzata proprio questa componente. L'obiettivo dell'autrice era capire in quali tipologie di mosse questa componente agisse. La "fortuna" secondo questo studio può agire in due occasioni. La prima occasione si presenta quando, girando casualmente due carte, esse si accoppiano. La seconda occasione è relativa a quando, scoprendo una carta mai girata prima, essa presenta una figura già conosciuta e della quale, dunque, si conosce la posizione della carta corrispondente. A questo scopo, Schmidt (2005) ha sviluppato un modello matematico che separa la performance della memoria dalla componente di fortuna. In particolare, ella studiò il numero di mosse necessarie per completare il gioco al variare del numero di carte scoperte per effetto del caso. L'ipotesi è che maggiore sarà il numero di mosse fortunate, minore sarà il numero di mosse necessarie per concludere la partita.

Per poter analizzare meglio i risultati del suo esperimento la Schmidt illustra tutte le possibili combinazioni di mosse che occorrono per concludere una partita con 12 carte al variare del numero di mosse "fortunate" (Fig. 4). Nel primo turno (*lucky match*) il giocatore gira due immagini che rappresentano una torta, senza conoscere in anticipo nessuna delle due carte. Nel secondo turno (*unlucky-no-info*) il giocatore scopre una carta con un elefante e una carta con un'anatra. Sfortunatamente, il giocatore non ha trovato una corrispondenza. Poiché nessuna delle due carte è stata vista prima, questo turno non contiene informazioni da poter utilizzare immediatamente, ma potrà essere utilizzata nei turni successivi. Nel terzo turno (*unlucky-with-info*) il giocatore scopre una banana e un'anatra. La carta corrispondente all'anatra era stata vista nel turno precedente; quindi, questo terzo turno contiene informazioni che permetteranno al giocatore di individuare una coppia nel turno successivo. Nel quarto turno (ipotizzando una memoria perfetta) l'anatra del secondo turno e quella del turno precedente vengono girate e abbinate. Poiché questo quarto turno prevedeva scoprire due carte che erano state girate esattamente una volta ciascuna, si parla di *secondary perfect match*. Il quinto turno è di nuovo un *unlucky match* (mela ed elefante) ed è seguito da un *secondary perfect match* (entrambe le carte elefante). Il settimo turno è un *lucky match*, poiché entrambi i soli non sono mai stati visti prima nel gioco e sono stati abbinati per caso senza l'uso di alcuna conoscenza precedente. L'ottavo turno, che mostra una mela per prima, costringe il giocatore a ricordare la posizione della precedente carta che mostrava una mela. Si tratta di un *primary perfect match*, poiché il turno è iniziato con una carta che non era stata girata in precedenza nel gioco.

I risultati ottenuti confermano l'ipotesi di ricerca secondo cui la fortuna agisce sul numero di mosse necessarie per completare il gioco. Infatti, come illustra la figura, al crescere del numero di mosse "fortunate" diminuisce il numero di mosse necessarie per completare il gioco.

Fig. 4. Tipi di turni e possibili esiti di una partita con 12 carte (Schmidt, 2005).

Type of turn	Possible Outcomes										
Lucky match	-	-	-	1	1	2	2	3	4	5*	6
Unlucky-no-info	3	2	1	2	1	2	1	1	1	-	-
Unlucky-with-info	-	2	4	1	3	-	2	1	-	-	-
Primary perfect match	6	4	2	4	2	4	2	2	2	-	-
Secondary perfect match	-	2	4	1	3	-	2	1	-	-	-
# of turns to finish game	9	10	11	9	10	8	9	8	7	6	6

Nella seconda parte del suo studio, l'autrice si occupa di costruire un modello matematico che possa tenere conto della componente di "fortuna". Egli definisce tre variabili: n che rappresenta il numero di carte, x che corrisponde al numero di *lucky match* e y relativa al numero di mosse *unlucky-no-info match*. Ella dimostrò che il numero di turni in una partita è uguale alla somma dei numeri di ciascuna tipologia di turno che si è verificato. Cioè, il numero di *lucky match* (x), più il numero di *unlucky-no-info match* (y), più il numero di *primary perfect match* ($2y$), più il numero di *secondary perfect match* ($n/2 - x - 2y$), più il numero di *unlucky-with-info match* ($n/2 - x - 2y$).

Il valore atteso rispetto al numero delle mosse per completare una partita è dunque compreso tra $n/2$ (se la partita è composta solo da *lucky match*), e $x + y + 2(n/2 - x - 2y) + 2y = n - x - y$. In altre parole, per qualsiasi dimensione del mazzo di carte, il numero di turni che un giocatore impiega per finire una partita, assumendo una memoria perfetta, è il numero di carte che sta giocando meno il numero di *lucky match* e meno il numero di *unlucky-no-info match*.

CAPITOLO 3

UNO STUDIO EMPIRICO

3.1 Introduzione

Con l'obiettivo di unire gli ambiti di ricerca presentati nei primi due capitoli di questo elaborato, si è trovato utile presentare la ricerca a cui ho potuto contribuire durante il mio tirocinio. La ricerca ha l'obiettivo di creare un nuovo strumento, basato sul *concentration game*, che possa valutare lo span di memoria di un soggetto.

Rispetto a metodi simili già esistenti, il *concentration game* permetterebbe la misurazione dello span di memoria evitando la perdita di motivazione durante la fase di test. Le attività di gioco motivano le persone di qualsiasi età, mentre certe attività tipiche dei test possono risultare ripetitive e noiose. Misurare lo span di memoria richiede una massima performance da parte del soggetto e tale performance sarà migliore se il soggetto viene coinvolto in compiti maggiormente motivanti (Abdulmajed, Park & Tekian, 2015).

L'introduzione delle nuove tecnologie nella società ha portato la necessità, e l'opportunità, di creare contenuti interattivi in grado di sfruttare al meglio il potenziale offerto dai progressi tecnologici. Gli *educational games* possono essere definiti come videogiochi o applicazioni interattive il cui scopo principale è quello di fornire, non solo intrattenimento, ma anche formazione in settori quali la salute, il marketing e l'istruzione (Noemí & Máximo, 2014). I giochi sono una potente strategia didattica che permette lo sviluppo di esperienze di apprendimento creative e stimolanti e un rafforzamento costante delle conoscenze. In ambito scolastico, il loro uso coinvolge gli studenti, li sfida e li motiva ad apprendere materiali densi e li aiuta a diventare più responsabili del proprio apprendimento (Bellotti, Kapralos, Lee, Moreno-Ger & Berta, 2013).

Il presente elaborato propone un nuovo test che, con il supporto di un'app digitale per smartphone, valuta lo span di memoria tramite il gioco del memory.

3.2 Strumenti

La ricerca è suddivisa in due fasi. Nella prima fase, ogni partecipante ha risposto a un breve questionario online. Inizialmente veniva presentato il consenso informato e successivamente sono state chieste alcune domande di natura socio-anagrafica: il sesso biologico, l'identità di genere, gli anni, la nazionalità, il CAP, il titolo di studio, la situazione sentimentale, la situazione lavorativa, il livello socioeconomico e gli hobby. La seconda fase della ricerca, invece, è il gioco vero e proprio.

Il gioco consiste nel trovare coppie di carte equivalenti, scoprendo il minor numero di carte possibile. In base ai turni necessari ad un giocatore per concludere il gioco viene calcolato il suo span di memoria. Il giocatore viene informato sul fatto che lo span di memoria rappresenta la capacità della

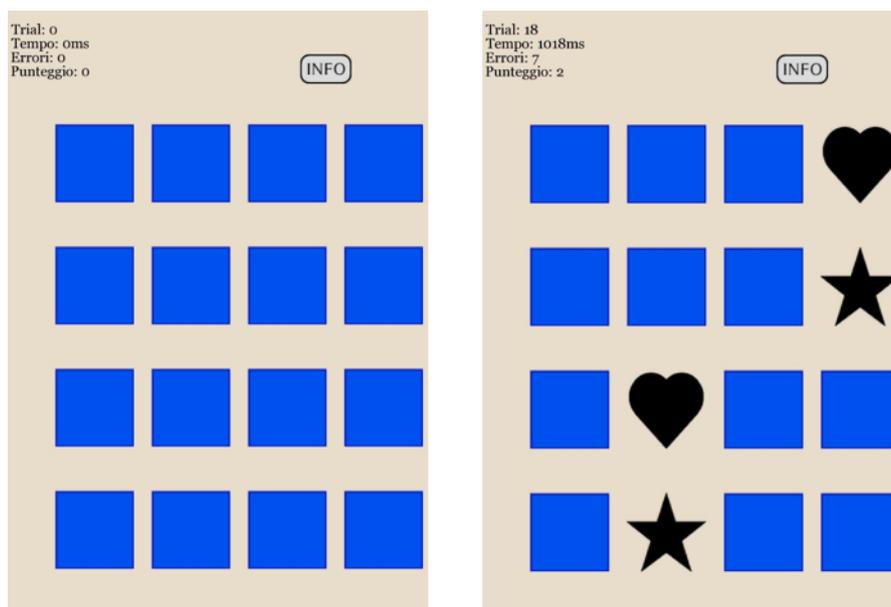
memoria di ricordare una sequenza di parole o numeri appena appresi. Nel contesto specifico della versione del gioco implementata nella app, lo span di memoria può essere rappresentato come la sequenza più lunga di carte trattenute in memoria.

L'app del gioco può essere scaricata gratuitamente sul proprio smartphone. Ai soggetti si richiede di svolgere una serie di partite. Più nel dettaglio, un partecipante deve giocare a 70 partite e in ognuna hanno un numero di carte variabile (da un minimo di 6 carte a un massimo di 16). Un partecipante ha fino a due settimane per completare tutta la serie di partite. Le singole partite possono essere fatte in qualunque momento della giornata, senza limiti di tempo e al termine di ogni partita, viene ricordato al partecipante il numero delle rimanenti.

Una volta scaricata e aperta la app il primo compito richiesto al partecipante è quello di generare un codice identificativo seguendo delle semplici indicazioni (Iniziale nome di battesimo del padre, N se ignoto; Iniziale nome di battesimo della madre, R se ignoto R; Ultime due cifre anno di nascita; Ultime due cifre numero di telefono; Y se ti identifichi come maschio, X se ti identifichi come femmina, W se altro).

Una volta generato il codice identificativo ha effettivamente inizio il gioco. La Figura 5 mostra due esempi del tavolo di gioco tipico di una partita di memory. La figura a sinistra corrisponde al "tavolo" del gioco all'inizio della partita, ovvero quando tutte le carte sono coperte. La figura a destra rappresenta una delle fasi del gioco, ovvero quando il giocatore ha accoppiato due paia di carte.

Fig. 5. Due esempi del tavolo da gioco tipici di una partita di memory.



La partita termina quando tutte le coppie equivalenti sono state scoperte. La variabile registrata, per ogni partita è la sequenza di tutte le mosse eseguite dal giocatore.

La durata di una partita varia a seconda della condizione sperimentale alla quale si è sottoposti (saranno spiegate successivamente) e dalla capacità di memoria di ogni soggetto. In media, una partita ha una durata di un paio di minuti.

I turni che si hanno a disposizione sono al massimo otto, e corrispondono al simbolo rappresentato sulla carta (cuore, cerchio, quadrato, stella). Inoltre, nella stessa schermata del gioco, precisamente in alto a sinistra, permangono per tutta la durata delle partite il numero di partite effettuate (trial), il tempo impiegato per concludere la partita, il numero di errori, ovvero il numero di volte in cui, durante il gioco, giriamo due carte che non si accoppiano e il punteggio, espresso in numero di coppie scoperte.

3.3 Metodi

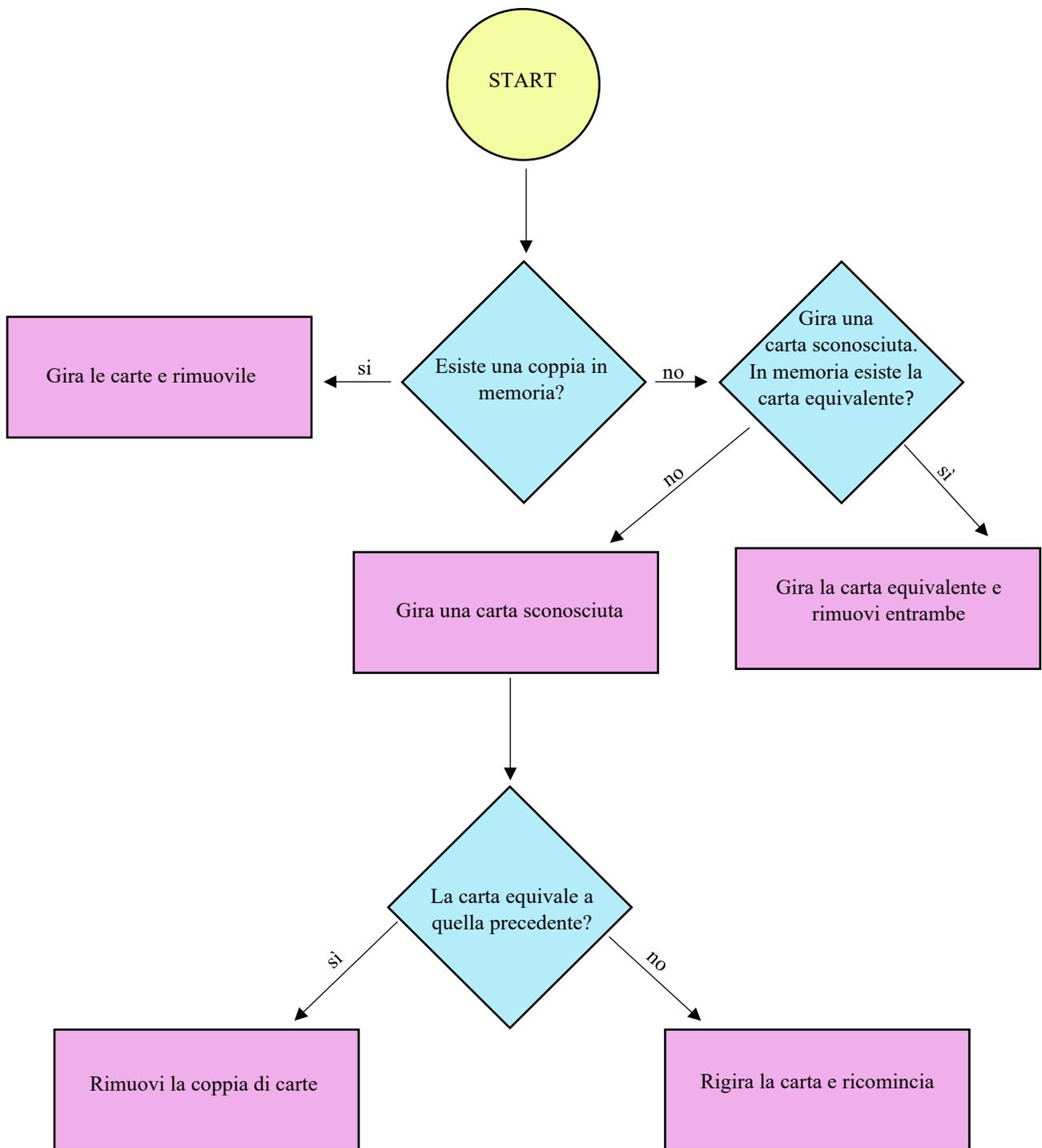
Le variabili che si sono studiate sono tre: il numero delle coppie (n), la tipologia di mosse e il numero delle mosse necessarie per concludere il gioco. Lo studio prevede due condizioni sperimentali: condizione A e condizione B. La condizione A prevedeva la disposizione sul tavolo di tre o otto coppie di carte, mentre la condizione B prevedeva la disposizione sul tavolo di quattro o sei coppie.

Per mossa si intende l'atto di girare due carte una di seguito all'altra. Si possono avere varie combinazioni di mosse, ad esempio: mosse dove scopriamo due carte uguali, mosse nelle quali scopriamo due carte sconosciute o mosse dove scopriamo una carta sconosciuta e una già presente in memoria.

Nel grafico sottostante (Fig. 6) viene presentata la strategia ottimale di gioco (Valleman & Warrington, 2013). La strategia ottimale è quella che conduce alla migliore performance ottenibile, quindi, senza compimento di errori e con l'assunzione che il soggetto abbia una memoria perfetta. Avere una memoria perfetta, in questo caso, corrisponde al ricordare la posizione di ogni singola carta senza poi dimenticarla. Questa strategia è la base per cui è stato possibile calcolare il range di mosse atteso per concludere una partita al gioco del memory. Il valore è compreso tra un minimo di n mosse ed un massimo di $2 \cdot (n - 1)$. Si ricorda che n indica il numero di coppie. Il valore minimo è definito percorso fortunato, questo perché rappresenta il caso del gioco in cui si scopre una coppia ad ogni turno. Il valore massimo, invece, rappresenta il caso peggiore del gioco, dove ad ogni turno si scoprono sempre carte nuove, non presenti già in memoria. Ipotizzando di giocare una partita con sei carte, ovvero con $n = 3$, utilizzando la strategia ottimale la partita verrà conclusa in tre, quattro o cinque mosse.

Il campione dello studio è composto da 18 giocatori, di cui sette appartengono alla condizione A, mentre gli altri 11 alla condizione B. I giocatori hanno svolto da un minimo di sette partite ad un massimo di 110.

Fig. 6 Strategia ottimale (Valleman & Warrington, 2013).

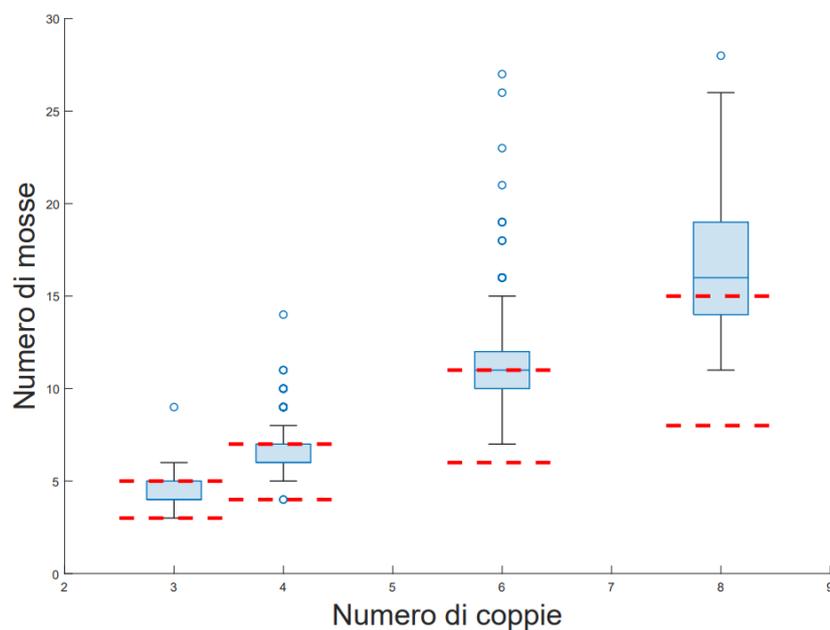


3.4 Risultati

Al termine di tutte le partite si sono analizzati i dati. Il grafico risultati in Figura 7 permette di riassumere i risultati in maniera ottimale. Questa rappresentazione grafica, denominata *boxplot*, ci illustra la distribuzione dei dati. L'asse delle ascisse (x) rappresenta il numero di coppie (tre, quattro,

sei o otto) mentre l'asse delle ordinate (y) il numero di mosse necessarie per concludere la partita. Le linee rosse tratteggiate configurano l'intervallo dei valori attesi per completare il gioco. Di conseguenza, quando i valori ottenuti sono all'interno di questo intervallo significa che è stata attuata la strategia ottimale di memoria; al contrario, quando i valori escono da questo intervallo, essi sono rappresentativi di un fallimento della memoria o di una capacità di memoria minore rispetto a quella perfetta.

Fig. 7. Rappresentazione grafica delle distribuzioni del numero di mosse (asse y) impiegate per finire il gioco, ottenuti al variare del numero di coppie utilizzate nel gioco (asse x).



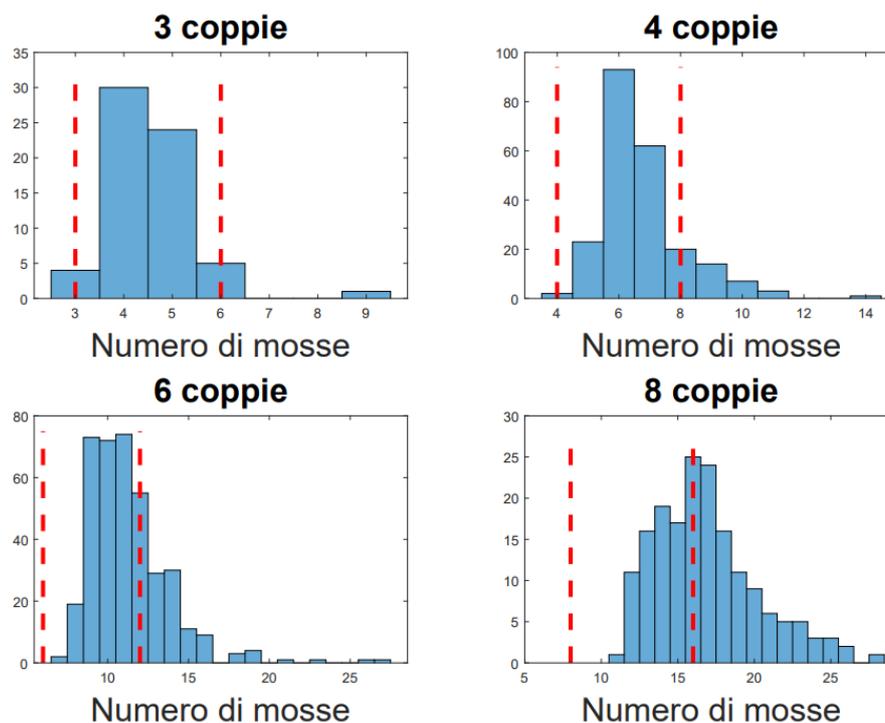
I vari *box* rappresentano, come detto in precedenza, la distribuzione dei dati e la linea blu al suo interno ne indica la mediana. La differenza interquartile nel caso del presente lavoro equivale a 1.5 volte la differenza tra il primo e il terzo quartile ed è rappresentata dai così detti “baffi”. I dati che fuoriescono da quest’ultimi sono gli *outlier*, ovvero i soggetti che non rientrano nel range di valori attesi ottenuti. Al crescere della lunghezza di questi “baffi” cresce anche la dispersione dei dati, infatti, come si può notare dalla figura, è presente una notevole differenza tra i baffi del box inerente alle partite con tre coppie di carte rispetto a quelle con otto.

Si può notare che all’aumentare del numero di coppie di carte presenti sul tavolo, la performance di memoria diminuisce. I soggetti, infatti, non riescono più ad utilizzare la strategia ottimale e di conseguenza la loro performance non rientra nei valori attesi rappresentati dalle linee rosse tratteggiate. Come si nota dal grafico, nel momento in cui si hanno poche coppie di carte (tre o

quattro) tutti i dati si trovano all'interno dell'intervallo che rappresenta la memoria perfetta. Al contrario, se si osserva la posizione dei dati per le partite con più coppie (sei o otto), essi sono sempre più lontani da questo intervallo.

Per approfondire meglio l'analisi dei dati, si offre un'ulteriore rappresentazione grafica, in questo caso facendo uso di un istogramma (Fig. 8). I risultati sono i medesimi ma vengono qui visualizzati da un altro punto di vista. Le due linee rosse tratteggiate rappresentano, anche in questo caso, l'intervallo entro cui viene utilizzata la strategia. Anche in questa rappresentazione si nota chiaramente che, all'aumentare del numero di coppie, la distribuzione dei turni utilizzati per concludere il gioco si allontana dall'intervallo ottimale.

Fig. 8 Diagramma a barre della distribuzione del numero di turni (mosse) impiegati per concludere le partite (asse x).



È interessante notare che nella condizione a tre e a quattro coppie, sono presenti dei dati a sinistra dell'intervallo di strategia ottimale. Questi dati rappresentano i soggetti che hanno avuto una partita “fortunata”, ovvero coloro che hanno svolto partite nelle quali per effetto del caso si sono accoppiate carte senza averle prima scoperte. Al crescere del numero di coppie la probabilità che questo accada si abbassa notevolmente e, infatti, non vi sono osservazioni di questo tipo nel caso a sei e a otto coppie.

3.5 Conclusioni, limiti e suggerimenti

Nonostante non siano stati svolti test statistici, ci si è interessati allo studio dei comportamenti di risposta dei partecipanti. Svolgendo un'attenta analisi a livello aggregato si è potuto confrontare il numero di turni impiegati dai partecipanti per completare una partita con i valori attesi di un giocatore con memoria perfetta. Si è cercato di discriminare i soggetti con memoria imperfetta. Se la prestazione dei partecipanti si fosse allontanata da quella descritta dal valore atteso, allora si sarebbe potuta validare l'idea che il concentration game possa essere utilizzato come test per valutare lo span di memoria di un individuo. Questo è proprio quello che è successo: al crescere del numero delle carte del mazzo, la performance dei giocatori è risultata sempre più lontana dall'intervallo dei valori attesi.

CAPITOLO 4

DISCUSSIONE GENERALE

4.1 Discussione generale

Lo scopo principale del presente elaborato è stato testare la possibile funzionalità del gioco del memory come metodo di misurazione dello span di memoria. Dall'analisi dei dati ottenuti è stato possibile concludere che, nonostante la presenza di alcuni limiti che verranno chiariti in seguito, l'obiettivo è stato raggiunto.

La gamification negli ultimi anni ha acquisito sempre più seguito e riconoscimento: essa prevede l'utilizzo di situazioni di gioco per acquisire informazioni rispetto a variabili psicologiche come la conoscenza o le funzioni esecutive; il fattore chiave risiede nell'introduzione di una componente molto importante, la motivazione, che permette di ottenere dati di performance qualitativamente migliori.

Il gioco del memory, presentato in questo elaborato, rappresenta un utilizzo della gamification per la valutazione della capacità di memoria umana. L' utilizzo del gioco in uno studio pilota ha permesso di testare la possibilità di costruire un nuovo test che valutasse la memoria. Studi precedenti si sono occupati di calcolare e studiare il numero necessario di turni per concludere una partita al gioco, ipotizzando il caso di un giocatore a memoria perfetta. Questi valori attesi hanno permesso di confrontare il numero di turni impiegati dai soggetti reclutati nello studio con quelli di un ipotetico giocatore a memoria perfetta. Le distanze trovate suggeriscono che è possibile utilizzare il gioco del memory come metodo di valutazione della memoria, soprattutto quando il numero di coppie utilizzate nel gioco cresce. I fallimenti di memoria, in questi casi, avvengono a causa della limitatezza della capacità di memoria.

Nonostante i buoni risultati raggiunti in questo studio, vi sono alcuni limiti da citare. Il primo limite è che si tratta di uno studio preliminare, che non è esaustivo per l'implementazione del gioco del memory all'interno dei test di valutazione della memoria, ma ne rappresenta solo la possibilità teorica. Il secondo limite è caratterizzato dalla numerosità del campione. Nonostante il numero di partite analizzate fosse relativamente ampio, la grandezza del campione è piccola. Infatti, i soggetti erano solamente 18, numero che non permette una buona generalizzazione e validazione dei risultati. La difficoltà di reclutamento dei soggetti potrebbe essere dipesa dal fatto che l'app è piuttosto macchinosa da installare sul proprio smartphone, necessita dunque di un aggiornamento che permetta ai partecipanti di adoperarla in maniera più semplice e immediata.

Future ricerche potranno occuparsi di considerare la possibile architettura e composizione del test vero e proprio, aspetto che in questo elaborato non è stato affrontato. In questo modo, sarà

possibile analizzare e descrivere la performance di uno stesso soggetto al variare della dimensione del mazzo di carte, per poi effettuare un confronto tra i risultati delle varie partite. Probabilmente, ciò che verrà osservato dagli sperimentatori sarà che al crescere della dimensione del mazzo crescerà la distanza dai turni medi attesi per completare una partita, di conseguenza la performance di memoria del soggetto sarà peggiore.

Un ulteriore suggerimento per ricerche future potrebbe essere relativo all'analisi del tempo impiegato per completare una partita. La variabile temporale al gioco del memory è una componente molto importante da tenere in considerazione, poiché essa è molto variabile e cambia da giocatore a giocatore. Sarebbe interessante capire come il tempo influenzi la performance sia per i soggetti con deficit di memoria sia per i soggetti appartenenti alla popolazione generale.

BIBLIOGRAFIA

- Foerster, K. T., & Wattenhofer, R. (2013). *The solitaire memory game*. ETH Zurich.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). Academic press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). *Working memory*. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.
- Tulving, E. (1972). *Episodic and semantic memory*.
- Conway, M. A. (2005). Memory and the self. *Journal of memory and language*, 53(4), 594-628.
- Lavenex, P. B., Lecci, S., Prêtre, V., Brandner, C., Mazza, C., Pasquier, J., & Lavenex, P. (2011). As the world turns: Short-term human spatial memory in egocentric and allocentric coordinates. *Behavioural brain research*, 219(1), 132-141.
- Krøjgaard, P., Sonne, T., Lerebourg, M., Lambek, R., & Kingo, O. S. (2019). Eight-year-olds, but not six-year-olds, perform just as well as adults when playing Concentration: Resolving the enigma? *Consciousness and Cognition*, 69, 81-94.
- Schmidt, A. (2005). *Remembering the concentration game: chance or memory?* San Jose State University.
- Jacobs, J. (1887). Experiments on "prehension". *Mind*, (45), 75-79.
- Oberauer, K., Farrell, S., Jarrold, C., & Lewandowsky, S. (2016). What limits working memory capacity? *Psychological bulletin*, 142(7), 758.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Schroeder, R. W., Twumasi-Ankrah, P., Baade, L. E., & Marshall, P. S. (2012). Reliable digit span: A systematic review and cross-validation study. *Assessment*, 19(1), 21-30.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (2015). *Essentials of working memory assessment and intervention*. John Wiley & Sons.
- Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it? *Frontiers in psychology*, 4, 433.

- Egeland, J. (2015). Measuring working memory with Digit Span and the Letter-Number Sequencing subtests from the WAIS-IV: too low manipulation load and risk for underestimating modality effects. *Applied Neuropsychology: Adult*, 22(6), 445-451.
- Kessels, R. P., van Den Berg, E., Ruis, C., & Brands, A. M. (2008). The backward span of the Corsi Block-Tapping Task and its association with the WAIS-III Digit Span. *Assessment*, 15(4), 426-434.
- Dehn, M. J. (2011). *Working memory and academic learning: Assessment and intervention*. John Wiley & Sons.
- Nolen-Hoeksema, S., Frederickson, B.L., Loftus, G.R., Lutz, C., "Atkinson & Hilgard's INTRODUZIONE ALLA PSICOLOGIA"
- GBA, Tobias, S., Fletcher, J. D., & Wind, A. P. (2014). Game-based learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 485-503.
- Rondon, S., Sassi, F. C., & Furquim de Andrade, C. R. (2013). Computer game-based and traditional learning method: a comparison regarding students' knowledge retention. *BMC medical education*, 13(1),1-8.
- Shute, V. J., & Rahimi, S. (2017). Review of computer-based assessment for learning in elementary and secondary education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(1), 1-19
- Abdulmajed, H., Park, Y. S., & Tekian, A. (2015). Assessment of educational games for health professions: a systematic review of trends and outcomes. *Medical Teacher*, 37(sup1), S27-S32.
- Noemí, P. M., & Máximo, S. H. (2014). Educational games for learning. *Universal Journal of Educational Research*, 2(3), 230-238.
- Chagnon, J., & McKelvie, S. J. (1992). Age differences in performance at concentration: A pilot study. *Perceptual and motor skills*, 74(2), 412-414
- Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of serious games: an overview. *Advances in human-computer interaction*, 2013, 1-1.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.