



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione -
DPSS
Dipartimento di Psicologia Generale - DPG**

**Corso di Laurea in Scienze Psicologiche dello Sviluppo,
della Personalità e delle Relazioni Interpersonali**

Elaborato finale

**Gaming flow: Correlati neurali ed effetti neuropsicologici
dello stato di flow indotto tramite videogiochi.**

**Gaming flow: Neural correlates and neuropsychological effects of
video-game-induced flow state**

Relatore

Prof. Andrea Facoetti

Correlatrici

Dott.ssa Sara Bertoni

Dott.ssa Giovanna Puccio

Laureando: Davide Merlini

Matricola: 2048306

Anno Accademico 2023/2024

Indice:

Abstract.....	2
Capitolo 1 – Introduzione al concetto di “ <i>flow</i> ” e ai suoi correlati neurologici.....	3
1.1 Definizione e caratteristiche del concetto di “ <i>flow</i> ”	3
1.2 Correlati neuropsicologici all’esperienza dello stato di <i>flow</i> e principali teorie	4
1.3 Metodi di misurazione del <i>flow</i>	8
Capitolo 2 – Esperimenti recenti sullo stato di “ <i>flow</i> ”	9
2.1 Kozhevnikov et al. (2018)	9
2.2 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 1	9
2.3 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 2	11
2.4 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 3	13
2.5 Joessel et al. (2024)	15
2.6 Joessel et al. (2024): Esperimento 1	16
2.7 Joessel et al. (2024): Esperimento 2	18
2.8 Joessel et al. (2024): Esperimento 3	20
2.9 Franceschini et al. (2022)	21
2.10 Franceschini et al. (2022): Esperimento 1	22
Capitolo 3 – Discussione	25
3.1 Riepilogo	25
3.2 Direzioni future e osservazioni personali	26
Bibliografia:.....	28
Sitografia	32

Abstract

Il presente lavoro di tesi si occupa di raccogliere le più recenti informazioni sul costrutto chiamato “*flow*” od “esperienza ottimale”, uno stato riportato quando l’attività a cui ci si sta dedicando viene esperita come divertente, automatica e poco affaticante. In particolare, si osservano i possibili correlati neurali ed effetti neuropsicologici dello stato di *flow* indotto sperimentalmente tramite videogiochi, come la possibile interazione tra Default Mode Network, Central Executive Network e Salience Network, che è ipotizzato siano i sistemi che modulano l’entrata in questo specifico stato mentale. Per prima cosa si espongono gli aspetti caratterizzanti dell’esperienza ottimale secondo Csíkszentmihályi, l’autore di riferimento, come l’equilibrio tra l’abilità del soggetto e la sfida presentata dall’attività. Si prosegue considerando i possibili correlati neurali, e in seguito le teorie principalmente utilizzate come base teorica negli studi sperimentali riguardo il costrutto, oltre che le metodologie di misurazione più comuni ad oggi. A seguire, vengono presentati dei recenti studi condotti utilizzando il *medium* videoludico per indurre lo stato di *flow* e misurarne gli effetti a breve termine, quali il potenziamento delle capacità di attenzione focalizzata e di coordinazione visuo-spaziale. Infine, si conclude con un’osservazione critica degli studi trattati alla luce delle informazioni a cui collettivamente sembrano indicare, si ipotizzano i motivi per cui rimane necessario approfondire lo studio del costrutto e si propongono diversi spunti per la ricerca futura.

Capitolo 1 – Introduzione al concetto di “*flow*” e ai suoi correlati neurologici

1.1 Definizione e caratteristiche del concetto di “*flow*”

La definizione che Mihály Csíkszentmihályi (1996) dà della cosiddetta “esperienza ottimale” è: “[...] quando le cose funzionano bene, in uno stato di coscienza quasi automatico, senza sforzo, eppure intensamente focalizzato” (p. 110). Questo stato psicologico, che l’autore chiama anche “*flow*”, è caratterizzato dal libero investimento dell’attenzione verso l’obiettivo, una coscienza maggiore dell’attività svolta e un senso di soddisfazione intrinseco all’attività stessa (Csíkszentmihályi, 1990, 2023). Diversi studi tra cui Nakamura & Csíkszentmihályi (2009, p. 195), Nakamura & Csíkszentmihályi (2014) e van der Linden et al. (2021) considerano caratteristiche fondamentali dell’esperienza ottimale:

1. “Fusione di azione e coscienza” (ovvero l’esecuzione automatica dell’azione)
2. “Alta focalizzazione/concentrazione”
3. “Minore riflessione rivolta al sé/assenza di preoccupazione/dimenticanza dell’ambiente circostante” (probabilmente dovuta all’alta concentrazione)
4. “Sensazione di controllo” (ovvero l’idea che si sia capaci di mantenere il livello di performance attuale)
5. “Obiettivi chiari”
6. “Feedback” (ovvero il fatto che l’attività debba fornire informazioni sulla performance ad ogni passaggio)
7. “Proprietà autotelica” (ovvero il fatto che l’attività stessa abbia degli aspetti intrinsecamente soddisfacenti)
8. “Esperienza temporale modificata” (ovvero, tipicamente, il fatto che il tempo venga percepito come passato più rapidamente del normale)
9. “Equilibrio tra abilità e sfide dell’attività”

Nakamura & Csíkszentmihályi (2009) includono tra i fattori fondamentali che permettono di entrare nello stato di *flow* la presenza di sfide che mettono alla prova le capacità possedute e lo stabilire obiettivi prossimali chiari con un riscontro riguardo alla performance nell’attività. Per questo motivo lo stato di *flow* viene spesso esperito durante “*flow activities*” (Nakamura & Csíkszentmihályi, 2009, p. 196), ovvero attività fisiche, ludiche o creative. Questa tipologia di attività comprende generalmente regole per

favorire l'apprendimento di schemi precisi e ripetuti, obiettivi semplici e comprensibili e, in generale incoraggia un controllo totale sul proprio corpo e la propria attenzione. Inoltre, permettono di alienarsi nettamente dalla realtà, formando con questo distacco uno spazio ed un tempo in cui potersi concentrare unicamente sull'attività stessa, e ricavare soddisfazione da essa. È però possibile entrare in questo stato tramite moltissime altre attività, dato che altri fattori determinanti sono la sfida percepita e l'equilibrio di essa con le capacità possedute, molto diversi dalla difficoltà oggettiva. Per lo stesso motivo, anche coloro che si cimentano in *flow activities* non entrano necessariamente nel relativo stato, specialmente quando si riscontrano distrazioni oppure un livello di sfida eccessivamente alto o basso (Csíkszentmihályi & Nakamura, 2009) (Vedi Fig. 1.1).

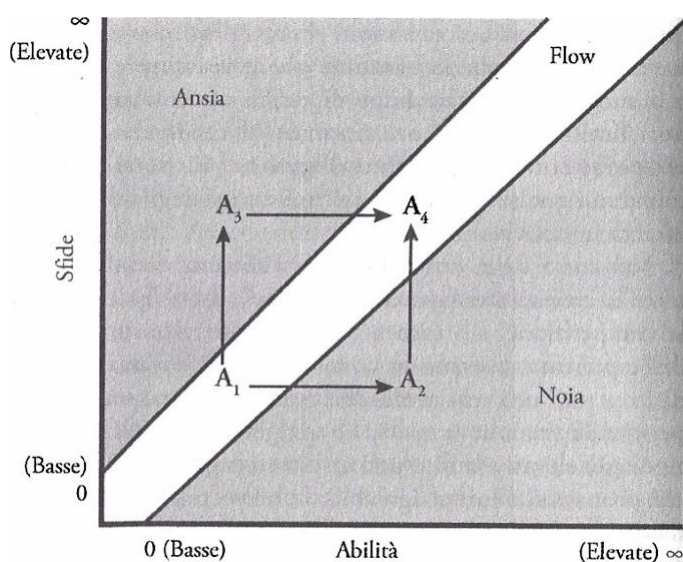


Fig.1.1: Schema di interazione tra “sfide” e “abilità”, la cui interazione può portare ad ansia, noia, oppure, quando equilibrata, allo stato di flow. (Csíkszentmihályi, 1990, 2023, p. 128)

1.2 Correlati neuropsicologici all'esperienza dello stato di flow e principali teorie

Già Csíkszentmihályi (1990, 2023) ipotizzava un'influenza neurologica nell'esperienza dello stato di *flow*. Egli poneva in primo piano la capacità di focalizzarsi su uno stimolo escludendo altri stimoli non pertinenti, senza però definire con sicurezza se buoni livelli di focalizzazione provocassero lo stato di *flow* o viceversa. Per monitorare il progresso degli ultimi decenni sullo studio del fenomeno si possono considerare gli studi presi in esame dalla revisione sistematica di Alameda et al. (2022). Questi hanno generalmente alla base una di due teorie principali. La prima, postulata da Arne Dietrich, è la “*Transient Hypofrontality Hypothesis*” (THH; Dietrich, 2004) secondo la quale, sarebbe necessaria un'attivazione importante del “sistema implicito”, ovvero delle strutture facenti parte di

sistemi automatici come i gangli della base ed il cervelletto. Questo sistema è maggiormente collegato alla conoscenza implicita (la cosiddetta “memoria muscolare”), all’apprendimento di abilità e possiede un grado di efficienza energetica maggiore. Necessaria, secondo la THH, è anche l’inibizione delle aree della corteccia prefrontale (o “sistema esplicito”), responsabili delle funzioni cognitive più complesse, maggiormente consapevoli e flessibili. Questa inibizione permetterebbe di utilizzare al loro meglio i sistemi impliciti, più efficienti e capaci di integrare le informazioni, specialmente se in forma di regole e passaggi discreti. Ciò accade quando si esegue un compito di cui si ha esperienza o pratica pregressa: le regole ed i passaggi necessari a compierlo sono già stati elaborati dal sistema esplicito, il quale può comunque intervenire durante l’esecuzione se necessario. La seconda teoria di riferimento è la “*Synchronization Theory of Flow*” (STF; Weber et al., 2009), che ipotizza come il *flow* possa essere il risultato della sincronizzazione dei *network* di attenzione (allerta ed orientamento visivo) e il sistema dopaminergico di ricompensa. La teoria concorda con i dati empirici ottenuti tramite risonanza magnetica funzionale (fMRI), che mostrano un’attivazione proprio delle aree prefrontali, ricollegabile ai *network* attenzionali. I neuroni che scaricano tendono a sincronizzarsi a varie frequenze. Tra queste, la frequenza di onde gamma (ca. 40-60 Hz) sarebbe la più collegabile ad esperienze di *flow* dato il loro coinvolgimento nella consapevolezza conscia, la memoria di lavoro e l’attenzione (Crick & Koch, 1990). Grazie alla sincronizzazione, ottenibile sia tramite processi biologici che attività apprese, le diverse aree e funzioni cerebrali coinvolte mostrerebbero maggiore sinergia e un minore consumo energetico. È poi probabile secondo l’autore che il piacere provato durante la sincronizzazione sia dato dall’inclusione del *network* limbico della ricompensa nel meta-circuito sincronizzato. Per conciliare queste due teorie è stato recentemente proposto da Gold & Ciorciari (2021) il cosiddetto “*Internal Model of Flow*”. Secondo il modello, nel cervelletto si formerebbero modelli durante l’acquisizione di abilità sia motorie che cognitive, i quali permettono di prevedere le “proprietà future di elementi interni al compito” (Gold & Ciorciari, 2021, p. 5), permettendo quindi una reazione più rapida ed automatica. Durante lo stato di *flow*, i compiti vengono eseguiti grazie al cervelletto, tramite le direzioni delle aree frontali, creando quell’esperienza di automaticità (Alameda et al., 2022); normalmente, invece, un compito cognitivo sarebbe coordinato dalla corteccia prefrontale, mentre un esercizio fisico dalla corteccia motoria.

Secondo Gold & Ciorciari (2021) questi modelli cerebellari misurerebbero la differenza tra la situazione in cui l'individuo si trova e quella presente nel modello stesso, aggiustando l'esecuzione di modo che corrisponda sempre più all'azione prevista. Questa tipologia di sistema di rilevamento degli errori "si muove verso l'ottimizzazione minimizzando il costo invece dell'errore tramite un'equilibratura di anticipazione e reazione" (Gold & Ciorciari, 2021, p. 5). Ciò avviene tramite "*forwards models*", ovvero modelli che predicono l'effetto di un'azione, e "*inverse models*", che invece ricostruiscono l'azione necessaria per ottenere un determinato risultato. Il coinvolgimento del cervelletto spiegherebbe perché si riscontra una minore attività prefrontale in stato di *flow*: gli "*inverse models*" prenderebbero il posto del normale sistema di feedback, lasciando la corteccia prefrontale ad attività minime. È altresì presente attività al livello dei gangli della base e del circuito della ricompensa, che comunicherebbero strettamente con il cervelletto per modulare il suo funzionamento. Tutte e tre queste teorie hanno delle simili aree cerebrali di interesse, che in molti aspetti si sovrappongono. A riprova di questo, buona parte degli studi presi in esame dalla revisione sistematica di Alameda et al. (2022), 25 in tutto, con un totale di 471 partecipanti, si focalizzano su strutture quali il sistema della ricompensa, i *network* attenzionali, i *network* dell'allerta e il *Default Mode Network* (DMN). Il sistema dopaminergico della ricompensa è composto da amigdala, ippocampo, nucleus accumbens, ed altre aree dell'ipotalamo, insieme ad aree corticali quali corteccia prefrontale dorsolaterale, corteccia del cingolo e insula (van der Linden, 2021). La sua funzione principale è legata al processo di motivazione e al rinforzo sia positivo che negativo: in particolare, gli effetti dell'attivazione del nucleus accumbens sono piacere, speranza, ottimismo e *craving* nei confronti delle attività sperimentate. Data la similitudine tra gli effetti dell'attivazione del nucleus accumbens e lo stato di *flow*, è stato postulato non solo il coinvolgimento della struttura nella predisposizione ad esperirlo, ma anche il mantenimento della sua attivazione durante lo stato stesso. Inoltre, altri effetti dell'attivazione del sistema della ricompensa sono quelli di aumentare l'attenzione e le energie verso la specifica azione compiuta, diminuendo le sensazioni di fatica e dolore, permettendo di proseguire nell'attività per molto tempo e di volerla ripetere in futuro. È poi importante sottolineare l'importanza anche del sistema della noradrenalina e del locus caeruleus, una struttura con collegamenti ampi in molte aree del cervello (e.g., amigdala, ippocampo, cervelletto, corteccia e aree del sistema

dopaminergico) che è coinvolta nella decisione di mantenere il *focus* sul compito, in base alla ricompensa offerta. I *network* attenzionali, quelli dell'allerta, ma anche i sistemi di attenzione esecutiva, di orientamento e di adattamento al cambiamento di richieste esterne possono tutti essere inclusi all'interno del *Central Executive Network* (CEN). Esso è composto dalla corteccia prefrontale dorsolaterale (responsabile soprattutto della memoria di lavoro) e la corteccia parietale posteriore, aree cerebrali strettamente connesse che si attivano durante attività che necessitano di concentrazione (van der Linden et al., 2021). Il sistema si basa anche sulla memoria di lavoro, modulata in modo da controllare le informazioni da elaborare (D'Esposito et al., 1995). Infine, le aree cerebrali associate al *Default Mode Network* sono la corteccia del cingolo posteriore, la corteccia prefrontale mediale e la circonvoluzione angolare. (van der Linden et al., 2021). Il DMN è un sistema attivato da memorie e processi auto-riferiti, che avvengono spesso in momenti di riposo. Durante l'esperienza di *flow*, l'attività del DMN sembra essere minore rispetto alla norma. Questo è ricollegabile al fatto che durante tali esperienze il soggetto spesso non pensa a sé (sia in concezione positiva che negativa o ai propri dintorni, concentrandosi quasi esclusivamente sull'attività. Il DMN si attiva in contrapposizione al CEN: seppure i modi in cui i due sistemi interagiscono vadano ulteriormente approfonditi, è stato provato da Chen et al. (2013) che, nonostante il CEN possa essere attivo anche in momenti di riposo, durante compiti che richiedono attenzione costante si osserva un'attivazione importante dei sistemi del CEN e una disattivazione di quelli del DMN. Il passaggio dall'utilizzo di un *network* all'altro è mediato probabilmente dal sistema della salienza (SN; *Salience Network*), cui sono associate le aree della corteccia insulare anteriore e della corteccia del cingolo anteriore (Sridharan et al., 2008). Secondo van der Linden et al. (2021) il SN sarebbe fondamentale anche nello stato di *flow*, visto che modulerebbe il passaggio da concentrazione (CEN) a pensiero auto-riferito (DMN). L'ulteriore connessione ipotizzata da Gold & Ciorciari (2021) del sistema della ricompensa sarebbe, secondo un recente studio di Reich et al. (2024), rinforzata proprio dalla stimolazione simultanea di aree dedicate all'orientamento e all'allerta. La stimolazione migliorerebbe in generale la connettività di quelle aree, aumentando l'efficacia e il piacere derivato dalle attività che le coinvolgono. Tornando a considerare l'attività neuronale sotto forma di onde, Reich et al. (2024) informano che si misura un incremento di onde theta ed alfa nelle aree frontali durante lo stato di *flow*, in contrapposizione alle precedenti ipotesi di Weber (2009).

L'attività ad onde theta potrebbe essere associata ad un alto grado di attenzione e controllo, mentre le onde alfa sembrano indicare attività del DMN.

1.3 Metodi di misurazione del flow

Entrare in uno stato di *flow* richiede caratteristiche personali ed ambientali molto specifiche. È per questo che, specialmente in un *setting* di laboratorio è complesso provocare lo stato e successivamente misurare precisamente le modifiche neuropsicologiche che apporta. Ad esempio, per i primi studi al riguardo è stato adottato, insieme al *Flow Questionnaire* (FQ, Csikszentmihalyi, & Csikszentmihalyi, 1988), l'*experience sampling method* (ESM, “metodo di campionatura dell'esperienza”, Csikszentmihályi, 1990, 2023), che consisteva nell'ottenere i dati dei soggetti utilizzando un cercapersone che, emettendo un segnale acustico 8 volte al giorno, richiedeva di scrivere il loro stato psicologico e l'attività a cui si stavano dedicando: un metodo di questo tipo, per quanto potesse cogliere i soggetti durante un'esperienza ottimale, è ovviamente molto inefficiente. Per questo motivo da vari studiosi è stato proposto l'utilizzo dei videogiochi, individuati come “unici per via della loro opportunità di creare equilibrio tra sfida ed abilità [del giocatore] il quale può stimolare i processi responsabili del *flow*” (Weber, 2009, p. 398).

La revisione sistematica di Alameda et al. (2022) si rivela ancora una volta centrale nel delineare le principali metodologie sperimentali utilizzate proprio in questo campo: Risonanza magnetica funzionale (fMRI) e risonanza magnetica di perfusione (PWI, “*perfusion-weighted imaging*”), utilizzate per misurare l'afflusso sanguigno alle varie parti del cervello con ottima risoluzione grafica; Spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS, “*functional near-infrared spectroscopy*”), utilizzata per misurare l'emodinamica presso le aree del cervello; Elettroencefalogramma (EEG, “*electroencephalogram*”), utilizzato per misurare la quantità di segnali elettrici prodotti dai neuroni nelle aree cerebrali; Stimolazione transcranica a corrente continua (tDCS, “*transcranial direct current stimulation*”), un approccio non invasivo utilizzato per indurre o migliorare lo stato di *flow*, in luogo del provocarlo interamente tramite un'attività esterna. Per quanto la difficoltà nello stimolare correttamente le sole aree coinvolte nel processo sia alta, gli studi a riguardo mostrano risultati promettenti (Gold & Ciorciari, 2019), nonostante il loro numero esiguo.

Capitolo 2 – Esperimenti recenti sullo stato di “flow”

2.1 Kozhevnikov et al. (2018)

Di fondamentale importanza nello studio dell'esperienza ottimale è riuscire a comprendere se i soggetti stiano effettivamente facendo esperienza dello stato mentale ricercato o meno, specie quando si utilizza una nuova metodologia per indurlo. Kozhevnikov et al. (2018) hanno quindi verificato alcuni criteri ritenuti necessari per l'insorgere dello stato di *flow*, come il coinvolgimento diretto del soggetto nell'attività e l'equilibrio tra abilità e sfida. Inoltre, hanno osservato i cambiamenti cognitivi a breve termine prima e dopo aver videogioato: dopo lo stato di *flow*, sarebbero insorti quelli che i ricercatori hanno chiamato “*enhanced cognitive states*” (“stati cognitivi migliorati”). Questi provocherebbero un miglioramento della performance in compiti riguardanti attenzione e abilità visuo-spaziali (Kozhevnikov et al., 2009) all'interno del lasso temporale dato dal loro “tempo di dissipazione”, il tempo affinché gli effetti di uno stato cognitivo svaniscano completamente dopo il picco, che secondo l'ipotesi iniziale degli autori si attesterebbe fino a 20 minuti dopo il termine dell'attività che provoca lo stato di *flow*. Altro aspetto osservato durante gli esperimenti di Kozhevnikov et al. (2018) è il tipo di videogioco utilizzato: autori come Weber (2009) ipotizzano un particolare genere come indicato per indurre lo stato di *flow*, il “*First Person Shooter*” (FPS). Per questo motivo, tutti gli esperimenti di Kozhevnikov et al. (2018) sono stati condotti utilizzando la modalità a giocatore singolo di un FPS, *Unreal Tournament 2004* (“UT 2004”, sviluppato da Epic Games e Digital Extremes, pubblicato su Windows da Atari, 2004), selezionando una difficoltà intermedia, poi ulteriormente tarata sul singolo partecipante in base alla sua performance. Quest'ultima è stata misurata tramite il “*kill/death ratio*” (“K/DR”), ovvero il rateo di nemici sconfitti (*kill*) rispetto alle volte in cui il giocatore veniva sconfitto (*death*) a sua volta.

2.2 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 1

L'obiettivo del primo esperimento di Kozhevnikov et al. (2018) era quello di osservare se l'uso di un FPS avrebbe portato ad uno stato cognitivo migliorato e se questo sarebbe avvenuto solo in una situazione di coinvolgimento diretto, oppure anche durante la mera osservazione del gioco. La prima procedura utilizzata nell'esperimento è chiamata “*Attentional Blink Task*” (ABT, Raymond, Shapiro & Arnell, 1992) e si basa sul fenomeno

per il quale, quando si devono identificare due stimoli, se il secondo di questi è presentato entro 200-500 ms dal primo, la capacità di individuarlo correttamente cala notevolmente. In questo caso, il paradigma utilizzato è stato esattamente quello degli autori originali, ovvero mostrare una sequenza di lettere nere su sfondo grigio e tra queste una lettera bianca (il primo *target*) seguita a distanza variabile da una X (il secondo *target*, presente nel 50% delle prove). Il secondo metodo di misurazione, molto utilizzato in studi simili, è la *Flow State Scale* (FSS, “scala dello stato di *flow*”, Jackson & Marsh, 1996). Si tratta di un questionario a 9 scale, basate sulle 9 caratteristiche del *flow* delineate in precedenza (Nakamura & Csíkszentmihályi, 2009; Nakamura & Csíkszentmihályi, 2014; van der Linden et al., 2021). Nel caso di questo esperimento, sono state utilizzate solo le 4 scale ritenute più coerenti con gli obiettivi dello studio: “*Action-awareness Merging*” (“Fusione di azione e coscienza”), “*Concentration on Task*” (“Concentrazione sul compito”), “*Transformation of Time*” (“Trasformazione del tempo”) e “*Loss of Self-consciousness*” (“Perdita di autoscienza”). È stato inoltre somministrato un “questionario sull’esperienza videoludica” (Kozhevnikov et al., 2018, p. 95) composto da domande aperte volte a comprendere qualitativamente l’esperienza dei soggetti. I 32 soggetti selezionati dovevano avere esperienza in videogiochi d’azione (“più di 4 ore settimanali spese a videogiocare nei 6 mesi precedenti all’esperimento”, p. 94), di modo che potessero misurarsi immediatamente con un livello di difficoltà intermedio. Prima di approcciarsi al videogioco (*pre-test*), è stata loro somministrata l’ABT. Completato questo primo test, i partecipanti venivano divisi in “giocatori” ed “osservatori” e posizionati in due stanze separate. Ogni osservatore avrebbe guardato da una postazione identica a quella di gioco la sessione di un giocatore, senza la possibilità di intervenire in alcun modo. Dopo una sessione di 30 minuti di gioco (UT 2004), veniva risomministrata immediatamente l’ABT (*post-test 1*). A seguire, ai giocatori ed osservatori veniva chiesto di rispondere al “questionario sull’esperienza videoludica”, e immediatamente dopo veniva somministrata la versione modificata della FSS. In seguito, dopo 30 minuti dal termine di quest’ultima batteria testistica, i soggetti venivano sottoposti una terza volta all’ABT (*post-test 2*).

In base alle analisi della varianza (ANOVA) condotte sui risultati delle prove di ABT singolarmente per i gruppi di “giocatori” ed “osservatori”, si è notato che gli osservatori non riportavano differenze nella performance ai tre tempi (*pre-test*, *post-test 1* e *post-test*

2), mentre per i giocatori, al contrario, il punteggio è molto migliore nel *post-test 1* rispetto al *pre-test*, e rimane alto nel periodo di *post-test 2*, pur diminuendo leggermente. I risultati della FSS mostrano come i punteggi dei giocatori fossero significativamente più alti di quelli degli osservatori, specialmente nelle dimensioni “*Transformation of Time*” (MediaGiocatori = 4.23; MediaOsservatori = 2.57) e “*Loss of Self-consciousness*” (MediaGiocatori = 3.92; MediaOsservatori = 3.07). Le risposte date al “questionario sull’esperienza videoludica” sono state divise all’interno di 7 categorie di temi salienti, come “concentrazione ristretta sull’attività” e “controllo automatico”, ed è stata presa nota di quante singole istanze ne facessero menzione (Kozhevnikov et al., 2018, p. 97). In generale, i risultati si rivelano a favore dell’ipotesi per cui gli “*enhanced cognitive states*” migliorino la performance di coloro che entrano nello stato di *flow* dopo che questo si è concluso. Inoltre, si mostra come sia necessario un coinvolgimento diretto (in questo caso giocare, ma non solamente osservare) per ottenere uno stato di *flow*, e di conseguenza il miglioramento attenzionale successivo. Gli autori considerano però anche come sia possibile che la performance aumentata fosse causata dalla semplice attività videoludica e non da stati cognitivi differenti dalla norma. Inoltre, i risultati ottenuti nell’ABT somministrata nella fase di *post-test 2* rimanevano comparabili alla fase di *post-test 1*, suggerendo che gli effetti dello stato cognitivo migliorato siano più duraturi delle aspettative.

2.3 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 2

L’obiettivo del secondo esperimento è approfondire le informazioni ottenute dal primo, tramite la misurazione della variabilità del ritmo cardiaco (“*Heart Rate Variability*”, HRV) via elettrocardiogramma (ECG). L’HRV è correlata all’attivazione del sistema nervoso simpatico e parasimpatico (Malik et al., 1996). In particolare, le alte frequenze (HF) rilevate dall’ECG durante le attività ritmiche di respirazione e la contemporanea attività cardiaca rispecchiano cambiamenti nell’attività parasimpatica e sono modulate dal nervo vago. Le basse frequenze (LF) rilevate nell’attività di vasomotilità sono collegate sia ad attività del sistema nervoso parasimpatico che simpatico (Malliani et al., 1991). L’equilibrio che si viene a formare tra questi due tipi di frequenza, chiamato “equilibrio simpato-vagale” è osservato per inferire il tipo di attività prevalente, in questo caso ponendo attenzione alla maggiore attività simpatica e minore attività parasimpatica che dovrebbe accompagnare l’attività con difficoltà equilibrata. I 49 partecipanti avevano

come unico prerequisito richiesto un interesse ed un'esperienza pregressa, anche irrisoria, con videogiochi di genere FPS. I partecipanti sono stati quindi divisi casualmente in 3 distinti gruppi: “*Under Challenge*” (UnC, “sfida insufficiente”; 14 partecipanti), “*Optimal Challenge*” (OpC, “sfida ottimale”; 20 partecipanti) e “*Over Challenge*” (OvC, “sfida eccessiva”; 15 partecipanti). Questi livelli di sfida determinavano la difficoltà tra le 8 disponibili a cui UT 2004 sarebbe stato impostato durante le sessioni di gioco per ciascun gruppo: nel gruppo UnC, i livelli di difficoltà utilizzati erano i più semplici (“*Novice*” [1/8], “*Average*” [2/8]), nel gruppo OpC quelli mediani (“*Experienced*” [3/8], “*Adept*” [5/8]), mentre per il gruppo OvC quelli alti (“*Masterful*” [6/8], “*Inhuman*” [7/8]); la difficoltà veniva successivamente modificata tra le due opzioni presenti per ogni gruppo a seconda della performance del singolo partecipante (misurata tramite K/DR). Per prima cosa, venivano applicati gli elettrodi ECG al di sopra della clavicola destra e al di sotto del costato sinistro dei partecipanti; successivamente, veniva loro somministrata come *pre-test* l'ABT, insieme ad un'intervista per ottenere informazioni demografiche e sull'esperienza videoludica del partecipante. In seguito, tutti i partecipanti passavano 5 minuti all'interno del primo *stage* di UT 2004 a difficoltà “*Experienced*” [3/8], così da familiarizzare con il sistema di controllo del videogioco. In questi primi minuti, sono stati individuati eventuali partecipanti le cui capacità erano troppo al di sopra od al di sotto degli standard ipotizzati per l'esperimento. Successivamente, ai partecipanti veniva assegnato il livello di difficoltà determinato dal loro gruppo di appartenenza: solitamente “*Average*” [2/8] per il gruppo UnC, “*Experienced*” [3/8] per il gruppo OpC e “*Masterful*” [6/8] per il gruppo OvC. Dopo 15 minuti di gioco, il livello di difficoltà veniva ulteriormente personalizzato in base al K/DR di ciascun partecipante, in modo da mantenerlo superiore a 2:1 nella condizione UnC, tra 2:1 e 1:2 nella condizione OpC e inferiore a 1:2 nella condizione OvC. Dopo ulteriori 15 minuti di gioco venivano somministrati ai partecipanti sia un questionario *self-report* a 4 domande per valutare il livello di sfida a cui erano stati sottoposti, che una seconda ABT (*post-test 1*). Dopo 30 minuti di riposo, veniva somministrata una terza sessione di ABT (*post-test 2*).

L'oggetto di ricerca primario dell'esperimento, l'HRV, è stato misurato calcolando le differenze nelle frequenze cardiache nei primi e negli ultimi 5 minuti di gioco. Il gruppo UnC non mostrava alcun cambiamento significativo né nelle HF, né nelle LF. Il gruppo OvC mostrava un aumento solamente all'interno delle LF, collegate specialmente

all'attività simpatica. Infine, il gruppo OpC mostrava valori stabili nelle LF, ed una diminuzione importante dei valori delle HF, e quindi una diminuzione di attività parasimpatica. Sembrerebbe quindi essere la bassa attività parasimpatica a favorire i miglioramenti nell'ABT, e non l'aumento di quella simpatica. Per avere un'ulteriore prova a favore di questa teoria, i ricercatori hanno comparato tramite regressione i cambiamenti in HF e risultati dell'ABT nel gruppo OpC. È stato possibile concludere che i cambiamenti nei valori delle HF predicono effettivamente quelli nella performance dell'ABT. Sono state poi prese in esame le domande riguardanti la percezione del livello di sfida, mostrando che, come da ipotesi, era presente una differenza significativa: il gruppo OpC riportava un livello di sfida percepita ($M = 13.7$; $SD = 2.87$) collocabile tra il gruppo UnC, che ne mostrava il livello minore ($M = 10.9$; $SD = 1.50$), ed il gruppo OvC che, inversamente, ne mostrava il livello più elevato ($M = 15.9$; $SD = 1.89$). Anche nell'ABT il gruppo UnC non mostrava miglioramenti rispetto al *pre-test* nei due *post-test*; il gruppo OpC mostrava invece un miglioramento significativo tra *pre-test* e *post-test 1*, effetto che diminuiva gradualmente, seppure rimanesse alto nei risultati del *post-test 2*; infine, il gruppo OvC mostrava rispetto al *pre-test* un leggero miglioramento nel *post-test 1*, che si manteneva nel *post-test 2*. In generale, l'esperimento riesce a portare forte evidenza di come la condizione di sfida equilibrata alle capacità e la partecipazione attiva possano condurre a stati cognitivi migliorati, che risultano maggiormente influenzati dalla diminuzione dell'attività parasimpatica, tipica delle alte frequenze cardiache.

2.4 Kozhevnikov et al. (2018): Esperimento 3

L'obiettivo del terzo esperimento è quello di approfondire ulteriormente i processi coinvolti negli stati cognitivi migliorati, in particolare i *network* attenzionali di allerta, orientamento e attenzione esecutiva (ovvero la capacità di bloccare stimoli distraenti e mantenersi focalizzati). Tutti e tre sono misurabili tramite l'*Attention Network Test* (ANT) descritto da Posner & Rothbart (2009): il test richiede che il partecipante prema il più velocemente possibile uno di due tasti per indicare la direzione mostrata da una freccia che appare su uno schermo, "destra" o "sinistra". La freccia, che può apparire in alto od in basso rispetto al punto di fissazione al centro dello schermo e con ritmi differenti, viene circondata ai lati da stimoli incongruenti (freccie che indicano la direzione opposta) o congruenti (freccie che indicano la stessa direzione dell'obiettivo). Inoltre, l'apparire dello

stimolo può essere preceduto da un *cue* (“segnale”) che permette di intuirne con più precisione la posizione o il momento di apparizione. Nel paradigma specifico utilizzato, si presentava una riga orizzontale di 5 frecce, di cui la centrale risultava essere lo stimolo bersaglio del partecipante. Queste venivano fatte apparire al di sopra od al di sotto del punto di fissazione, e potevano essere precedute da un *cue* o meno. Lo stesso *cue* poteva essere presentato in corrispondenza del punto di fissazione, nella posizione in cui lo stimolo sarebbe successivamente apparso, oppure in entrambe. Al partecipante veniva chiesto di concentrarsi sul punto di fissazione per 400-1600 ms; in seguito, veniva presentato il *cue* per 100 ms, ed infine l’obiettivo accompagnato dagli stimoli congruenti od incongruenti per un massimo di 1700 ms. Questa stessa metodologia è stata utilizzata in un blocco da 24 prove per far prendere praticità al partecipante, e successivamente ai 3 blocchi di 96 prove che costituiscono l’ANT vero e proprio. La differenza tra risultati delle prove in cui i *cue* sono presenti o meno è indicativa delle abilità legate al network di allerta, facilitato dai *cue* poiché restringono l’area a cui dover prestare attenzione, permettendo tempi di risposta più brevi. La differenza tra risultati delle prove in cui il *cue* è centrale e quelle in cui è spostato verticalmente è indicativa delle abilità di orientamento, facilitato nel momento quando la posizione del *cue* corrisponde alla posizione del futuro obiettivo; infine, la differenza tra risultati delle prove in cui gli stimoli che accompagnano l’obiettivo sono congruenti e quelle in cui sono incongruenti è indice della capacità, propria dell’attenzione esecutiva, di ignorare stimoli distraenti. È stato utilizzato anche il *Visual Memory Test* (VMT; MM Virtual Design, 2004), test computerizzato in due parti che misura la memoria visiva dei partecipanti. Nella prima parte (6 prove), il partecipante ha il compito di riconoscere una specifica immagine osservata per 5 secondi tra 5 distrattori. Nella seconda parte, (18 prove), il partecipante osserva un insieme di 7 immagini contemporaneamente per 8 secondi che viene sostituito da ulteriori 7 immagini, di cui il partecipante deve indicare quella non apparsa nell’insieme precedente. Infine, è stato somministrato anche il *Mental Rotation Test* (MRT; Shepard & Metzler, 1971). Il test, composto da 36 prove, mostra al partecipante due oggetti tridimensionali, di cui uno ruotato su uno degli assi spaziali (x, y, z). Il compito del partecipante è di riconoscere quando i due oggetti sono identici (18 prove) e quando sono speculari (18 prove). I risultati di VMT e MRT prendono in considerazione sia il numero di risposte corrette, sia il tempo medio di risposta. Sono stati scelti per questo esperimento 23 giocatori esperti

(tutti maschi, con almeno un anno di esperienza videoludica e un minimo di 3 ore di gioco a settimana nei 6 mesi precedenti all'esperimento). Come *pre-test* sono stati somministrati in ordine casuale ANT, VMT e MRT; in seguito, ciascun partecipante ha videogiocato a UT 2004 per 30 minuti. A questo punto, a 13 dei partecipanti è stato somministrato l'ANT come *post-test 1*, immediatamente dopo la sessione di gioco e dopo 30 minuti di riposo VMT e MRT come *post-test 2* (condizione 1); ai restanti 10 partecipanti sono stati somministrati come *post-test 1* VMT e MRT e successivamente l'ANT come *post-test 2* (condizione 2).

Confrontando i risultati di ciascun partecipante grazie ad un'ANOVA che prende in considerazione le variabili di tempo (*pre-test* e *post-test 1* e 2) e di condizione (1 o 2), Kozhevnikov et al. (2018) osservano le differenze più marcate all'interno di VMT e MRT. I risultati ottenuti dal VMT mostrano che in entrambe le condizioni sperimentali i partecipanti sono migliorati; se somministrato immediatamente dopo la sessione di gioco (*post-test 1*), il punteggio era significativamente maggiore rispetto al *pre-test*, mentre nella condizione di *post-test 2* il miglioramento non risultava statisticamente significativo. I risultati del MRT mostrano un miglioramento significativo (seppure minore rispetto al VMT) tra *pre-test* e *post-test 1*, mentre nella condizione di *post-test 2* i punteggi tornano ad essere simili al *pre-test*. Questo permette di ipotizzare che i miglioramenti nei compiti visuospatiali provocati da videogiochi abbiano una durata di circa 30 minuti, dopo i quali non si osservano più. I risultati emersi dall'ANT rivelano differenze molto lievi nei *network* attentivi di orientamento e di attenzione esecutiva. Solamente il *network* di allerta ha mostrato miglioramenti, osservabili sia quando l'ANT è stato condotto come *post-test 1*, che come *post-test 2*. Questo risultato, considerando che al contrario i risultati di VMT e MRT risentivano significativamente della variabile temporale, porta a pensare che i cambiamenti nel *network* di allerta abbiano cause esterne e siano più durature rispetto allo stato cognitivo migliorato, che sembra invece esaurirsi dopo circa 30 minuti.

2.5 Joessel et al. (2024)

Ancora più recentemente, Joessel et al. (2024) hanno esaminato diversi paradigmi per indurre lo stato di *flow*, ritenendo limitante l'utilizzo di misure fisse e, spesso, arbitrarie per identificare lo stato di sotto- e sovra-stimolazione. Questo potrebbe infatti portare i partecipanti a disimpegnarsi nei compiti, poiché arriverebbero a provare noia o

frustrazione, mentre nella condizione equilibrata sarebbe molto più facile mantenere l'attenzione in quanto sarebbe l'unica che favorisce l'interesse del partecipante. Da questa ipotesi, i ricercatori hanno ideato una metodologia per far raggiungere ai partecipanti stati di “*low-flow*” e “*high-flow*”, rispettivamente la condizione in cui il soggetto rimane concentrato sul compito, ma non entra completamente nello stato di *flow* e la condizione di esperienza ottimale propriamente detta. Tale metodologia si basa su una procedura di calibrazione adattiva della difficoltà tramite la valutazione delle capacità del partecipante.

2.6 Joessel et al. (2024): Esperimento 1

L'obiettivo del primo esperimento era quello di causare ed osservare nei partecipanti gli stati di *low-flow* e *high-flow* grazie a due condizioni sperimentali differenti; inoltre, si voleva osservare quanto la presenza o meno del suono di gioco potesse influire sull'induzione dello stato di *flow*. A questo fine è stato utilizzato come in Kozhevnikov et al. (2018) il videogioco FPS UT 2004, e, sempre allo stesso modo, è stato utilizzato il K/DR per misurare la performance di ciascun partecipante. Per provocare lo stato di *high-flow* è stato ricercato un grado di sfida equilibrato con le abilità del partecipante, mentre per provocare lo stato di *low-flow* la difficoltà è stata aumentata di tre livelli sopra la difficoltà ottimale per il singolo partecipante. È stata utilizzata la *Flow State Scale* (FSS; Jackson & Marsh, 1996) nella sua interezza (in traduzione francese con testo originale al di sotto) per misurare la presenza dello stato di *flow*. Una seconda serie di misurazioni è stata condotta tramite l'*Intrinsic Motivation Inventory* (IMI; “inventario sulla motivazione intrinseca”; Deci et al., 1994). Gli *item* presentati sono stati selezionati da ciascuna delle 4 sottoscale prese in esame, per non affaticare eccessivamente i partecipanti, pur mantenendo delle buone caratteristiche di validità. Le sottoscale utilizzate sono: “*Effort/Importance*” (“Impegno/Importanza”; 4 *item*), “*Perceived competence*” (“Competenza percepita”; 4 *item*), “*Interest/Enjoyment*” (“Interesse/Divertimento; 5 *item*), ed infine “*Pressure/Tension*” (Pressione/Tensione; 4 *item*). Ciascun *item* richiedeva risposte su scala Likert a 7 punti. I 12 partecipanti (11 uomini, 1 donna) sono stati selezionati sulla base di criteri di inclusione che riguardavano la familiarità con FPS (era richiesta una media di almeno 1 ora a settimana spesa giocando a FPS nell'ultimo anno), l'età (tra i 18 ed i 35 anni), l'essere destrimani e l'aver una buona vista (anche corretta). I partecipanti sono stati per prima cosa selezionati tramite questionario; successivamente è stata loro proposta una sessione di gioco da 10 minuti a

difficoltà *Experienced* [3/8], durante la quale avevano il compito di raggiungere un K/DR tra lo 0.5 e il 4.0. A questa, seguiva una sessione da 5 minuti che definiva ulteriormente la difficoltà appropriata per le sessioni seguenti in base alla condizione sperimentale. Per ulteriori dettagli sul metodo di calibrazione della difficoltà, consultare la figura 2.1.

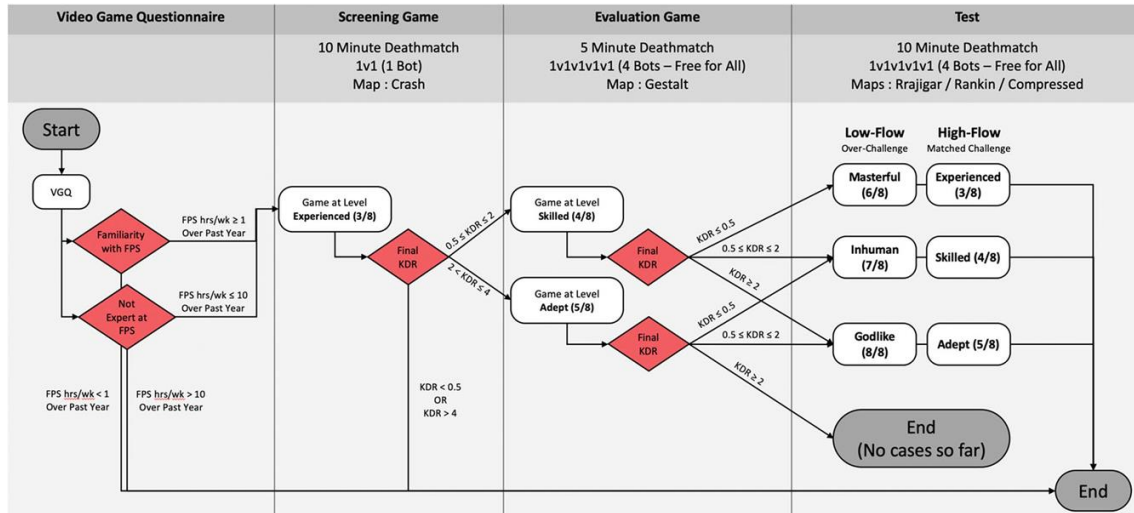


Fig. 2.1: Mappa concettuale che mostra il metodo per definire la difficoltà ottimale od eccessiva nelle diverse condizioni sperimentali in base al K/DR raggiunto nelle due sessioni di screening. (Joessel et al., 2024, p. 5135)

Le 4 sessioni successive da 10 minuti sono state disposte così da incrociare il tipo di *flow* indotto e la presenza o meno del suono (ad esempio: 1. *high-flow* e suono; 2. *low-flow* e silenzio; 3. *high-flow* e silenzio; 4. *low-flow* e suono). Dopo ciascuna sessione, si somministravano la FSS e le sottoscale selezionate dell'IMI, basandosi solamente sulla sessione di gioco appena trascorsa. Successivamente, dopo una breve pausa, veniva chiesto loro di riprendere con la sessione successiva e la relativa batteria testistica.

I risultati di tutti i test sono stati considerati all'interno di un'ANOVA che tenesse conto della condizione sperimentale dei singoli partecipanti. I risultati della FSS indicano punteggi più alti nella condizione di *high-flow* rispetto a quella di *low-flow*, e questo sia nella condizione con il suono di gioco presente (MediaFSS H-F con suono = 3.81; MediaFSS L-F con suono = 3.33) che in quella dove esso era assente (MediaFSS H-F senza suono = 3.66; MediaFSS L-F senza suono = 3.31), sebbene in quest'ultima la differenza di punteggio fosse minore. Le sottoscale dell'IMI sono state analizzate singolarmente: la scala *Effort/Importance* mostra come i partecipanti abbiano riportato di essersi impegnati allo stesso modo in entrambe le condizioni sperimentali (MediaE/I H-

F con e senza suono = 5.73 e 5.6; MediaE/I L-F con e senza suono = 5.68 e 5.4); la scala *Perceived competence* mostra che all'aumentare della percezione di *flow* aumentava anche la percezione di competenza nell'attività (MediaPC H-F con e senza suono = 4.50 e 4.67; MediaPC L-F con e senza suono = 2.28 e 2.44); la scala *Interest/Enjoyment* mostra che i livelli di investimento nell'attività in *low-flow* e *high-flow* erano comparabili (MediaI/E H-F con e senza suono = 5.22 e 4.96; MediaI/E L-F con e senza suono = 4.46 e 4.56); infine, la scala *Pressure/Tension* mostra che anche nella condizione di *low-flow* i partecipanti non si sono sentiti significativamente più sotto pressione rispetto alla condizione di *high-flow* (MediaPT H-F con e senza suono = 3.43 e 3.23; MediaPT L-F con e senza suono = 3.86 e 3.5). In generale, l'esperimento mostra che il paradigma sperimentale è valido, essendo riuscito a indurre gli stati desiderati nelle due differenti condizioni sperimentali, facendo mantenere ai partecipanti un livello di impegno costante, a prescindere dalla condizione. Inoltre, i dati sembrano indicare che la presenza del suono di gioco non ha alcun effetto significativo nel raggiungimento dello stato di *flow*.

2.7 Joessel et al. (2024): Esperimento 2

L'obiettivo del secondo esperimento è di replicare i risultati del primo con un campione più ampio, utilizzando dunque una procedura molto simile, lo stesso videogioco (UT 2004) e gli stessi test (FSS, sottoscale dell'IMI). In aggiunta, sono state impiegate anche misure per ottenere dati sullo sforzo effettivo dei partecipanti tramite il questionario "*Rating Scale of Mental Effort*" (RSME, "Scala per la valutazione dello sforzo mentale"; Zijlstra, 1993), con l'aggiunta anche di alcuni *item* per indagare la frustrazione. L'RSME richiede al partecipante di dare un punteggio su una scala visiva da 0 ("assolutamente nessuno sforzo") a 150 ("sforzo estremo"); i due *item* aggiunti ("durante il compito, quanto insicuro, scoraggiato, irritato, stressato e irritato eri rispetto all'essere sicuro, soddisfatto, felice, rilassato e gratificato?" e "Quanto frustrato eri durante il compito?", Joessel et al., 2024, p. 5139) sono stati presentati in francese con il testo inglese al di sotto e richiedono una risposta su una scala Likert a 5 punti. Entrambi provengono, adattati, dal "*Task Load Index*" (TLX) sviluppato da Hart & Staveland, 1988, test per monitorare la percezione soggettiva rispetto ad un compito. Sono stati raccolti anche dati fisiologici sulla HRV tramite ECG (elettrodi posizionati sul costato inferiore sinistro, sotto la clavicola destra e sotto la clavicola sinistra), sulla profondità ed il ritmo di respirazione (tramite una cintura dotata di sensori posizionata sul costato), e sulla conduttanza cutanea (tramite elettrodi e

gel ad alta conducibilità sulle falangi prossimali del dito indice e medio della mano sinistra). Così come in Kozhevnikov et al. (2018) la risposta fisiologica attesa consta di una diminuzione dell'attività parasimpatica nella condizione di *high-flow* e di un aumento di attività simpatica durante l'iperstimolazione data dal *low-flow*. I partecipanti che hanno preso parte all'esperimento sono stati 49 (43 uomini, 6 donne), selezionati utilizzando gli stessi criteri dell'esperimento 1. Tutti i partecipanti sono stati inizialmente dotati dei sensori per captare la frequenza cardiaca, il respiro e la conduttanza cutanea. Successivamente, sono stati sottoposti ad una prima sessione di gioco da 5 minuti (senza suono, come anche tutte le sessioni successive) per valutarne le abilità tramite K/DR, analogamente all'esperimento 1. Dopo 5 minuti di riposo consistente nell'osservazione di un punto di fissazione per tornare alla *baseline* fisiologica, è stato chiesto ai partecipanti di prendere parte ad una sessione da 10 minuti in una condizione di *high-flow* oppure *low-flow*. Immediatamente dopo la sessione, sono stati loro somministrati FSS, IMI ed RSME. In seguito, veniva effettuata una seconda sessione nella condizione sperimentale opposta alla prima e una seconda somministrazione dei questionari.

Nuovamente, i risultati sono stati comparati tra condizioni sperimentali attraverso un'ANOVA, tenendo conto anche dell'ordine in cui i partecipanti hanno preso parte alle condizioni stesse. La FSS riporta una differenza tra stati di *high-flow* e *low-flow* comparabile a quella dell'esperimento 1: nella condizione di *high-flow*, la percezione dello stato di *flow* è stata riportata come significativamente maggiore (MediaFSS H-F = 3.7; MediaFSS L-F = 3.3). Le sottoscale dell'IMI hanno rivelato come i partecipanti abbiano riportato di aver dato il loro meglio in entrambe le condizioni sperimentali, in modo anche più evidente dell'esperimento 1 (scala *Effort/Importance*, MediaE/I H-F = 5.7; MediaE/I L-F = 5.7). La scala *Perceived competence* mostra punteggi decisamente più alti nella condizione di *high-flow* (MediaPC H-F = 4.2; MediaPC L-F = 2.5), così come la scala *Interest/Enjoyment* indica che i partecipanti hanno mantenuto livelli di interesse sopra la media della scala anche nella condizione *low-flow* (MediaI/E H-F = 5.3; MediaI/E L-F = 4.8). Quest'ultima, inoltre, è stata caratterizzata da maggiore tensione, stando alla scala *Pressure/Tension*, che generalmente ha riportato valori moderati (MediaPT H-F = 3.2; MediaPT L-F = 3.8). Le due domande adattate dal TLX hanno mostrato come la condizione più frustrante per i partecipanti fosse quella di *low-flow* (MediaTLX H-F = 2.3; MediaTLX L-F = 3.2). La RSME rileva che nella condizione *low-*

flow lo sforzo mentale è più elevato rispetto alla condizione *high-flow* (MediaRSME H-F = 58; MediaRSME L-F = 69), nonostante i risultati della scala *Effort/Importance* mostrino un impegno percepito simile. Le misure fisiologiche non mostrano cambiamenti significativi tra le condizioni, in contrasto al precedente studio di Kozhevnikov et al., (2018). I ricercatori ipotizzano che la motivazione sia da ricercare specialmente nel mantenimento dell'attenzione dei partecipanti sul compito, aspetto particolarmente curato in questo esperimento.

2.8 Joessel et al. (2024): Esperimento 3

L'obiettivo del terzo esperimento è di utilizzare il paradigma già testato nei precedenti due, di modo da poter indurre in modo attendibile lo stato di *flow* all'interno di uno *scanner* per *imaging* a risonanza magnetica (MRI), mentre si misurano allo stesso tempo le variabili fisiologiche. L'esperimento resta però in larga parte esplorativo, tant'è che sia le misurazioni ottenute tramite MRI che quelle di due questionari supplementari somministrati ai partecipanti non vengono analizzate, ma semplicemente riportate in appendice. Tutti i restanti dati sono stati raccolti allo stesso modo degli esperimenti 1 e 2, adattando le misurazioni fisiologiche all'ambiente più ristretto (i dati cardiaci sono stati ottenuti tramite fotopletismografia (PPG, i dati respiratori e di conduttività cutanea tramite equipaggiamento adattato allo *scanner* MRI). I 30 partecipanti (21 uomini, 9 donne) sono stati selezionati come negli esperimenti 1 e 2 (senza il requisito di esperienza in FPS). Dopo la partita di *screening* e quella di valutazione del K/DR, effettuate in condizioni normali, i partecipanti sono stati fatti accomodare all'interno dello *scanner* e forniti di mouse, tastiera e monitor compatibili con l'apparecchiatura. Di seguito, è stata condotta una sessione di abituazione da 5 minuti, seguita da 12 minuti di riposo (con punto di fissazione sul monitor), e successivamente due sessioni da 10 minuti in *high-flow* o *low-flow*. A seguito di ciascuna di queste, sono stati somministrati FSS, IMI, RSME e le domande dal TLX.

Lo stesso tipo di ANOVA degli esperimenti 1 e 2 è stata condotta anche in questo caso. La FSS ha confermato che, anche nell'ambiente rumoroso dello *scanner*, tutti i partecipanti (tranne uno) hanno riportato un livello di *flow* percepito maggiore nella condizione di *high-flow* rispetto alla condizione di *low-flow*, con una differenza tra i valori paragonabile agli esperimenti precedenti. Le domande dal TLX e tutte le scale dell'IMI hanno riportato risultati simili ai precedenti esperimenti a parte la scala

Interest/Enjoyment, che è caratterizzata da risultati equilibrati se i partecipanti hanno esperito prima la condizione *low-flow*, mentre quando la prima condizione era quella di *high-flow* l'interesse verso quest'ultima risultava maggiore rispetto alla successiva condizione di *low-flow*. I risultati della RSME sembrano riflettere quelli della scala *Interest/Enjoyment*, dato che la condizione *low-flow* ha ottenuto punteggi di sforzo più alti solamente quando è stata presentata per seconda; se presentata per prima, i risultati tra le due condizioni non variavano significativamente. I dati fisiologici di HRV, respiro e conduttanza mostrano in generale un aumento nella condizione di *high-flow* rispetto alla *baseline* a riposo, ed un aumento più moderato nella condizione *low-flow*. Inoltre, il rapporto di HF all'interno della HRV è paragonabile tra le due condizioni sperimentali. Questo, similmente all'esperimento 2, porta a ipotizzare un generale aumento dell'attività simpatica nel momento in cui si è concentrati su un compito, senza differenze tra *high-flow* e *low-flow*.

2.9 Franceschini et al. (2022)

Altro fondamentale tassello nello studio dello stato di *flow* è l'applicazione delle conoscenze fin'ora acquisite, ad esempio all'interno di piani terapeutici, di riabilitazione o di potenziamento. In questo ambito si focalizzano Franceschini et al. (2022), che indagano i possibili effetti delle emozioni positive esperite durante l'attività videoludica, le quali sembrano essere collegate a (e forse causare) miglioramenti cognitivi simili a quelli trattati fin'ora, come la riduzione della selettività dei filtri attenzionali ed il potenziamento dell'attenzione visuo-spaziale (Rowe et al., 2007), ma anche l'ampliamento delle capacità di azione, l'eliminazione di effetti correlati a emozioni negative ed il sostenimento della resilienza psicologica e del benessere generale (Fredrickson, 2001). Ottenere dei dati decisivi in questo ambito è necessario per fondare interventi basati sull'utilizzo del gioco e del videogioco per potenziare alcune abilità. In particolare, come evidenziato in Dale et al. (2020), i videogiochi d'azione ("AVG", classificazione ampia che include generi come *First Person Shooter*, *Third Person Shooter*, ma anche *Action Role Playing Game*, *Real Time Strategy Game*, *Multiplayer Online Battle Arena Game*, *Racing Game* ed altri) sarebbero fonte, sul lungo periodo, di una maggiore capacità di discriminazione visiva, di rotazione mentale e di una maggiore velocità di reazione, anche perché richiederebbero l'elaborazione di un grande carico percettivo (Bavelier & Green, 2019; Dale et al., 2020). Poco studiati sono invece gli effetti

positivi a breve termine di questo tipo di attività: per questa ragione, il primo degli esperimenti di Franceschini et al. (2022) si concentra sulla possibilità di indurre miglioramenti sul breve periodo anche in bambini con disturbi del neurosviluppo come disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria (*“Developmental Co-ordination Disorder”*, DCD) e dislessia evolutiva (*“Developmental Dyslexia”*, DD).

2.10 Franceschini et al. (2022): Esperimento 1

L’obiettivo del primo esperimento di Franceschini et al. (2022) è quello di indurre ed osservare miglioramenti cognitivi in bambini con DCD e DD tramite l’uso di videogiochi. La variazione nelle due condizioni sperimentali era il videogioco utilizzato: nella prima, il partecipante videogiocava per 60 minuti a *“Bust-a-Move DS”* (*“Puzzle Game”* o *“PG”*, sviluppato da Happy Happening, pubblicato su Nintendo DS da 505 Games in Europa, 2006), *Puzzle Game 2D*, non AVG, in cui l’obiettivo è quello di ottenere un buon punteggio facendo scomparire tutte le “bolle” presenti sulla schermata di gioco. Questo è fatto allineando tre “bolle” dello stesso colore, lanciandole dal basso della schermata stessa. Nella seconda condizione sperimentale i partecipanti videogiocavano per 60 minuti a *“Geometry Wars: Galaxies”* (*“Shooting Game”* o *“SG”*, sviluppato da Bizzare Creations e Kuju Entertainment, pubblicato su Nintendo DS da Vivendi Games, 2008), *Shooting Game 2D*, AVG, in cui l’obiettivo è resistere eliminando i nemici che si muovono velocemente per ottenere un punteggio alto. Per misurare le capacità di lettura sono state somministrate nel corso dei 3 incontri, in totale due liste da 72 parole, due liste da 36 pseudoparole e tre testi di 46 pseudoparole (misurando la velocità in sillabe al secondo e l’accuratezza in numero di errori). Per misurare le capacità sensomotorie sono stati scelti 4 compiti dalla batteria testistica *“Movement Assessment Battery for Children”* (*“Movement ABC”*, Henderson & Sugden, 1992). In particolare, i compiti scelti erano: “inserire i chiodini”, in cui al bambino viene chiesto di inserire 12 chiodini all’interno di una tavoletta con degli appositi vani con una sola mano (misurando entrambe le mani due volte ciascuna); “afferrare la palla con una mano”, in cui al bambino viene chiesto di lanciare una pallina da tennis contro una parete ed afferrarla di ritorno con la stessa mano (effettuando 20 ripetizioni per mano con entrambe le mani); “stare in equilibrio su una gamba”, in cui al bambino viene chiesto di rimanere in equilibrio con una gamba su una tavola a bilancia per massimo 20 secondi (misurando entrambe le gambe per due volte ciascuna); “lanciare il sacchetto di fagioli nella scatola”, in cui al bambino veniva chiesto

di lanciare un sacchetto di fagioli all'interno di una scatola (20 ripetizioni con la mano dominante). Per ottenere dati sulla percezione visiva è stata utilizzata una batteria di "visual perception Navon tasks" (Navon, 1977). Questo tipo di test utilizza "figure di Navon", ovvero figure grandi ("aspetto globale") composte da figure più piccole ("aspetto locale"), ad esempio un quadrato composto da triangoli più piccoli su un piano bidimensionale. Il compito nell'esperimento corrente era quello di dire ad alta voce il nome delle figure geometriche globali oppure locali velocemente e commettendo meno errori possibili. I due tipi di figura potevano essere congruenti o incongruenti (ad esempio, un aspetto globale che rappresenta un quadrato composto da altri quadrati, oppure da triangoli). Durante le sessioni sperimentali, è stato proposto ai partecipanti il "video-games and self-evaluation questionnaire" (VSQ), questionario a 5 item sull'esperienza appena trascorsa, in cui dovevano indicare su una scala a 9 punti quanto il videogioco è stato "difficile", quanto è stato "divertente" e quanto il partecipante si è sentito "teso", "felice" e "vivace". I partecipanti erano 19 bambini (15 maschi e 4 femmine) dagli 8 agli 11 anni di età con DCD e DD contattati attraverso centri clinici specializzati. È stata misurata l'esperienza pregressa di ciascuno tramite un "questionario sull'esperienza videoludica", i cui risultati hanno mostrato grande eterogeneità tra i partecipanti. Inizialmente è stata condotta la valutazione di *baseline* (lista di parole, lista di pseudoparole, testo di pseudoparole, *Navon tasks* e *Movement ABC*). Dopo una settimana, si è svolta la prima sessione sperimentale caratterizzata da un'ora di *Puzzle Game* o *Shooting Game* (scelto casualmente), seguita dallo stesso tipo di valutazione, integrata con il VSQ. Infine, dopo altri sette giorni, aveva luogo la seconda sessione sperimentale utilizzando l'altro videogioco ed una terza valutazione analoga alla precedente.

I risultati del VSQ mostrano come i partecipanti abbiano mediamente considerato lo *Shooting Game* come più difficile, ma anche più divertente. Inoltre, dopo averci giocato si sono sentiti più tesi, ma anche più felici e vivaci rispetto al *Puzzle Game*. Dopo aver giocato allo *Shooting Game*, secondo le ANOVA condotte, 15 bambini hanno visto la loro velocità di lettura di parole (misurata in sillabe al secondo) aumentare rispetto ai risultati dopo il *Puzzle Game* (MediaSG = 1.43; MediaPG = 1.33) e 14 hanno commesso meno errori (MediaSG = 6.79; Media PG = 9.05). Diversamente, durante le prove di lettura di pseudoparole, entrambi i videogiochi hanno avuto un effetto positivo sulla velocità di lettura, producendo risultati significativamente più alti della condizione di *baseline*, ma

senza differire tra loro (MediaBaseline = 1.15; MediaSG = 1.29; MediaPG = 1.27). I bambini erano mediamente più accurati dopo aver giocato allo *Shooting Game*, mentre non si sono riscontrate differenze sostanziali tra la *baseline* e il *Puzzle Game* (MediaBaseline = 11.73; MediaSG = 9.58; MediaPG = 12.05). Nelle prove sensomotorie “inserire i chiodini” (MediaBaseline = 150.64; MediaSG = 133.94; MediaPG = 145.36), “afferrare la palla con una mano” (MediaBaseline = 2.12; MediaSG = 2.99; MediaPG = 2.12), e “lanciare il sacchetto di fagioli nella scatola” (MediaBaseline = 3.4; MediaSG = 4.45; MediaPG = 3.16) è stata riscontrata una performance migliore dopo lo *Shooting Game*, mentre la performance dopo il *Puzzle Game* e quella di *baseline* si equivalevano. La prova “stare in equilibrio su una gamba” non ha avuto variazione nei risultati.

L'ANOVA sui risultati delle *Navon tasks* mostra come, a prescindere da un miglioramento probabilmente dato dall'abituazione al test dopo la prima esposizione, a seguito dello *Shooting Game* i partecipanti hanno avuto tempi di risposta minori nel distinguere figure globali, quando tra figure globali e locali c'era incongruenza indicando un significativo aumento del fuoco dell'attenzione dopo l'esperienza con lo *Shooting Game*.

Capitolo 3 – Discussione

3.1 Riepilogo

Fin'ora è stato possibile definire lo stato di *flow* come uno stato di coscienza in cui le azioni avvengono senza sforzo, automaticamente, ma la persona si sente estremamente focalizzata (Csíkszentmihályi, 1990, 2023, 1996 e Nakamura & Csíkszentmihályi, 2009, 2014); tale definizione è utilizzata come punto di partenza negli studi che mirano a causare stati di *flow* o stati affini. La crescente consapevolezza del funzionamento cerebrale ha permesso di formulare teorie come la THH di Dietrich (2004) e la STF di Weber (2009), così come l'*Internal Model of Flow* di Gold & Ciorciari (2021), teorie che attribuiscono funzioni fondamentali a diversi *network* cerebrali per spiegare l'insorgere di questo particolare stato cognitivo. Tra questi urge nominare il sistema della ricompensa, il CEN, il DMN ed il SN, la cui reciproca interconnessione ed armonica attività simultanea è ciò che, ad oggi, si ritiene formare la base neurologica dello stato di *flow*. Ogni teoria necessita però di dati a favore della sua validità: nel caso dello stato di *flow*, ottenere tali dati è eccezionalmente complesso, posta la difficoltà anche nel solo causare lo stato, quando sarebbe necessario osservarlo e misurarne gli effetti fisiologici, neurologici e cognitivi. A partire dai primi metodi, come l'ESM, sono stati compiuti numerosi passi avanti, arrivando ad includere EEG, fMRI e fNIRS come strumenti che permettono l'osservazione dell'attività cerebrale prima, dopo, e durante lo stato. Un ulteriore ostacolo alla corretta misurazione è rappresentato dalle difficoltà specifiche del metodo che si sceglie per indurre l'esperienza ottimale: nonostante ne esistano diversi, sono stati presi in esame in questo caso i lavori che si sono occupati del *medium* videoludico. I diversi esperimenti di Kozhevnikov et al. (2018) osservano lo stato cognitivo esperito immediatamente dopo l'esperienza di gioco, andando a specificare aspetti che possono ostacolare o sostenere lo sviluppo di tali stati cognitivi migliorati, l'attività fisiologica (cardiaca e respiratoria) e quella dei *network* attenzionali ad essi collegata. Joessel et al. (2024) si occupano invece di fornire una metodologia sperimentale affidabile per studi futuri con il fine di eguagliare l'impegno dei partecipanti nelle diverse condizioni, utilizzabile anche all'interno di uno *scanner* MRI. Sempre nell'interesse di ricerca futura Franceschini et al. (2022), tentando di stabilire il ruolo delle emozioni nella manifestazione dei miglioramenti cognitivi post-videoludici in bambini affetti da DCD e DD, dimostrano che dati ulteriori potrebbero portare ad

un'applicazione pratica delle conoscenze acquisite per potenziare la performance in compiti diversi da quelli che provocano lo stato migliorato.

Sono però naturalmente presenti limiti in tutti gli studi precedentemente citati: Alameda et al. (2022) annoverano tra i più generalmente presenti il numero campionario esiguo. Comparando i diversi lavori che la suddetta revisione sistematica prende in esame, si evidenziano la scarsa congruenza sia tra i risultati che tra le metodologie, fattore che rende ancora pressoché impossibile giungere a delle conclusioni solide. Inoltre, si descrivono tre inferenze erranee che si presentano spesso: quella per cui l'equilibrio tra abilità e difficoltà è considerata condizione necessaria e sufficiente per l'insorgere dello stato di *flow* (quando invece è necessaria, ma non sufficiente), quella per cui i cambiamenti osservati nell'attività cerebrale siano sempre causati dalla presenza dello stato di *flow* (quando invece i fattori che influenzano l'attività cerebrale sono molteplici e difficilmente districabili), e quella per cui dell'attività in una precisa area cerebrale debba implicare un certo processo cognitivo (quando invece le diverse aree cerebrali hanno molteplici funzioni, e molte sono probabilmente legate ad attività parallele e non fondamentali per lo stato di *flow*). Nonostante le difficoltà, dai pochi studi sull'argomento nascono nuove ipotesi: Kozhevnikov et al. (2018) notano la necessità di una diminuzione dell'attività parasimpatica per l'insorgere dello stato di *flow*, scoperta poi supportata da Joessel et al. (2024), che avanzano l'ipotesi secondo cui l'aumento di attività simpatica sia dato dalla focalizzazione sul compito, e che la sola diminuzione parasimpatica sia indicativa del cambio di stato cognitivo. Kozhevnikov et al. (2018) osservano anche come dopo 30 minuti dalla sessione di gioco si riscontrano ancora effetti cognitivi positivi, ma non dopo 35-40 minuti. Le due ipotesi che secondo i ricercatori potrebbero spiegare questo fenomeno sono una diversa durata degli effetti positivi (maggiore di 30 minuti), oppure un possibile miglioramento anche nella capacità di imparare, che solo nell'ultimo esperimento è stato aggirato tramite la randomizzazione dell'ordine dei test. Joessel et al. (2024) consigliano inoltre un'attenzione particolare all'ordine in cui si presentano gli stimoli nei prossimi studi, dati gli effetti riscontrati nel loro ultimo esperimento.

3.2 Direzioni future e osservazioni personali

Il videogioco sembra essere particolarmente utile per indurre lo stato di *flow* all'interno di un setting di laboratorio, in quanto attività intrinsecamente motivante, immersiva e divertente, nonché poco necessitante di attività motoria. Per approfondire la ricerca, è

necessario principalmente un maggior numero di partecipanti per rendere generalizzabili i risultati statistici. Per quanto riguarda la metodologia, è necessario svilupparne una che fornisca dati in maniera più continuativa e che interrompa il meno possibile l'attività in corso. Il paradigma sperimentale di Joessel et al. (2024) potrebbe essere un rilevante passo in avanti, in quanto permette una misurazione fisiologica continua al prezzo del doversi adattare all'ambiente dello *scanner* MRI. Riprendendo inoltre i dati riportati in Franceschini et al. (2022), diventa concepibile l'idea di utilizzare certi generi videoludici per potenziare nel breve termine alcune capacità in bambini e adulti sia sani che affetti da disturbi del neurosviluppo. È però necessaria ulteriore ricerca sia sulle cause dei miglioramenti cognitivi osservati e sia su come farli insorgere sistematicamente. Considerando inoltre le 9 caratteristiche fondamentali dello stato di *flow* come definite da Nakamura & Csíkszentmihályi (2009; 2014) alla luce dei cambiamenti nell'industria videoludica delineati in Dale et al. (2020), è opportuno chiedersi se sia necessario ampliare i generi videoludici presi in esame: a mio personale avviso, alcuni generi dall'alto potenziale sono *Rhythm Games* e *Fighting Games*, dato che entrambi richiedono un'esecuzione di comandi precisa e con giusto tempismo. Questo potrebbe favorire, specialmente in esperti dei generi, automatizzazione, presenza di obiettivi chiari e feedback istantaneo. Allo stesso modo, misurare i dati provenienti da "*speedrunner*" ("giocatori che completano videogiochi il più rapidamente possibile"; Cambridge Dictionary) potrebbe rivelarsi utile, dato che molti di costoro riportano di entrare nello stato di *flow* durante la loro attività (come testimoniato nell'articolo "*Do Speedrunners Experience Flow?*", Howard, 2021). Avendo inoltre l'obiettivo di migliorare costantemente la loro performance è presumibile che spesso esperiscano una difficoltà equilibrata alle loro capacità, ad esempio quando si avvicinano al loro record personale.

In conclusione, cause ed effetti dello stato di *flow* non sono ancora pienamente chiari. Questo anche a causa della mancanza di modalità efficaci nell'indurlo e misurarne gli effetti e della conseguente penuria di dati a riguardo. Ciononostante, si stanno sviluppando nuove teorie e metodologie di misurazione che potrebbero permettere una migliore comprensione del funzionamento dei sistemi di attenzione e ricompensa, ma anche la possibile applicazione delle informazioni ottenute per potenziare ed ottimizzare le capacità legate al focus intenso in diversi ambiti, sia clinici che quotidiani.

Bibliografia:

Alameda, C., Sanabria, D., & Ciria, L. F. (2022). The brain in flow: A systematic review on the neural basis of the flow state. *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior*, *154*, 348-364.

<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.06.005>

Bavelier, D., & Green, C. S. (2019). Enhancing Attentional Control: Lessons from Action Video Games. *Neuron*, *104*, 147-163 <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.09.031>

Chen, A. C., Oathes, D. J., Chang, C., Bradley, T., Zhou, Z.-W., Williams, L. M., Glover, G. H., Deisseroth, K., & Etkin, A. (2013). Causal interactions between fronto-parietal central executive and default-mode networks in humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *110*, 19944-19949.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1311772110>

Crick, F., Koch, C. (1990). Towards a Neurobiological Theory of Consciousness. *Seminars in Neuroscience*, *2*, 263-275.

Csikszentmihályi, M. (1996). *Creativity* (pp. 107-126). New York: Harper Perennial. <https://digitalauthorship.org/wp-content/uploads/2016/01/csikszentmihalyi-chapter-flow-and-creativity.pdf>

Csikszentmihályi, M. (2023). *Flow: Psicologia dell'esperienza ottimale*. (A. Guglielmini, Trad; 1. ed). ROI Edizioni. (Originariamente pubblicato nel 1990).

Csikszentmihályi, M., & Csikszentmihályi, I. (1988). *Optimal Experience: Psychological studies of flow in consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Dale, G., Joessel, A., Bavelier, D., & Green, C. S. (2020). A new look at the cognitive neuroscience of video game play. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1464(1)*, 192-203 <https://doi.org/10.1111/nyas.14295>

Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, *62*, 119-142. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1994.tb00797.x>

- D'Esposito, M., Detre, J. A., Alsop, D. C., Shin, R. K., Atlas, S., & Grossman, M. (1995). The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*, 378, 279-281. <https://doi.org/10.1038/378279a0>
- Dietrich, A. (2004). Neurocognitive mechanisms underlying the experience of flow. *Consciousness and Cognition*, 13(4), 746-761. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2004.07.002>
- Franceschini, S., Bertoni, S., Lulli, M., Pievani, T., & Facoetti, A. (2022). Short-Term Effects of Video-Games on Cognitive Enhancement: the Role of Positive Emotions. *Journal of Cognitive Enhancement*, 6, 29-46. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00220-9>
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56(3), 218-226. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.3.218>
- Gold, J., & Ciorciari, J. (2019). A transcranial stimulation intervention to support flow state induction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 274. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00274>
- Gold, J., & Ciorciari, J. (2021). A neurocognitive model of flow states and the role of cerebellar internal models. *Behavioural Brain Research*, 113244. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113244>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Advances in Psychology*, 52, 139-183. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Henderson, S. E., & Sudgen, D. A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. Kent, Uk: The Psychological Corporation.
- Jackson, S. A., & Marsh, H. W. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: The Flow State Scale. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 18(1), 17-35. <https://doi.org/10.1123/jsep.18.1.17>

Joessel, F., Pichon, S., & Bavelier, D. (2024). A video-game-based method to induce states of high and low flow. *Behav Res* 56, 5128-5160. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02251-w>

Kozhevnikov, M., Louchakova, O., Josipovic, Z., & Motes, M. A. (2009). The enhancement of visuospatial processing efficiency through Buddhist Deity Meditation. *Psychological Science*, 20(5), 645-653. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02345.x>

Kozhevnikov, M., Li, Y., Wong, S., Obana, T., & Amihai, I. (2018). Do enhanced states exist? Boosting cognitive capacities through an action video-game. *Cognition*, 173, 93-105. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.01.006>

Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart Rate Variability – Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17(3), 354-381. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868>

Malliani, A., Pagani, M., Lombardi, F., & Cerutti, S. (1991). Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*, 84(2), 482-492. <https://doi.org/10.1161/01.cir.84.2.482>

Moneta, G. B. (2021). On the Conceptualization and Measurement of Flow. In Peifer, C., Engeser, S. (eds) *Advances in Flow Reseach*. Springer, Cham, 31-69. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53468-4_2

Nakamura, J., & Csíkszentmihályi, M. (2009). Flow Theory and Research. In: Lopez, S. J., & Snyder, C. R. (Cur.) *Oxford Handbook of Positive Psychology* (pp. 195-206). Oxford University Press. <https://books.google.it/books?id=6IyqCNBD6oIC&printsec=frontcover&hl=it#v=onepage&q&f=false>

Nakamura, J., & Csíkszentmihályi, M. (2014). The Concept of Flow. In: Csíkszentmihályi, M. *Flow and the Foundations of Positive Psychology* (pp. 239-263). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9088-8_16

- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception, *Cognitive Psychology*, *9*(3), 353-383. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(77\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(77)90012-3)
- Posner, M. I., & Rothbart M. K. (2009). Toward a physical basis of attention and self-regulation. *Physics of Life Reviews*, *6*(2), 103-120. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2009.02.001>
- Reich, N., Mannino, M., & Kotler, S. (2024). Using caffeine as a chemical means to induce flow states. *Neuroscience & Behavioral Reviews*, *159*, 105577. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105577>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*(3), 849-860. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.849>
- Rowe, G., Hirsh, J. B., & Anderson, A. K. (2007). Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(1), 383-388. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605198104>
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, *171*, 701-703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- Sridharan, D., Levitin, D. J., & Menon, V. (2008). A critical role for the right fronto-insular cortex in switching between central-executive and default-mode networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *105*, 12569-12574. <https://doi.org/10.1073/pnas.0800005105>
- van der Linden, D., Tops, M., & Bakker, A. B. (2021). Go with the flow: A neuroscientific view on being fully engaged. *European Journal of Neuroscience*, *53*(4), 947-963. <https://doi.org/10.1111/ejn.15014>
- Weber, R., Tamborini, R., Westcott-Baker, A., & Kantor, B. (2009). Theorizing flow and media enjoyment as cognitive synchronization of attentional and reward networks. *Communication Theory*, *19*(4), 397-422. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2885.2009.01352.x>

Zijlstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. Delft University of Technology.

Sitografia

Cambridge University Press & Assessment (2024). *Speedrunner*. Cambridge Dictionary
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/speedrunner>

Howard, D. R. (2021). *Do Speedrunners Experience Flow?* Medium.
<https://rhombical.medium.com/do-speedrunners-experience-flow-69da6d52be60>