



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI PSICOLOGIA DELLO SVILUPPO E DELLA
SOCIALIZZAZIONE - DPSS**

**CORSO DI LAUREA IN SCIENZE PSICOLOGICHE DELLO
SVILUPPO, DELLA PERSONALITA' E DELLE RELAZIONI
INTERPERSONALI**

**GLI EFFETTI DELLA CAFFEINA SULL'AMPLIAMENTO
DELLA RETE SEMANTICA.**

The caffeine effects on the expansion of the semantic network.

RELATORE: Prof. Andrea Facoetti

CORRELATORI: Giovanna Puccio
Sara Bertoni
Sandro Franceschini

Laureanda: Giorgia Tecchio

Matricola: 1222921

Anno Accademico 2021/2022

INDICE

INTRODUZIONE	1
1.CREATIVITA’	2
2. CAFFEINA	7
3. CAFFEINA E ASSOCIAZIONI SEMANTICHE: UNO STUDIO SPERIMENTALE	11
3.1 METODO	11
3.1.1 PARTECIPANTI	11
<i>Statistiche descrittive del campione</i>	11
<i>Procedura sperimentale</i>	12
3.2 RISULTATI	15
3.2.1 STAI	15
3.2.2 RAT	16
3.3 DISCUSSIONE E CONCLUSIONE	18
BIBLIOGRAFIA	24

INTRODUZIONE

Negli anni la scienza si è interrogata sulle modalità per potenziare le funzioni cognitive dell'essere umano, affinché quest'ultimo si possa adattare al meglio al mondo che lo circonda. In particolare, una tra le più importanti virtù umane è la creatività, una capacità cognitiva che ci permette di sperimentare, generare e unire idee diverse per creare qualcosa di innovativo per i più semplici compiti quotidiani e le sfide più complesse.

Tra gli elementi che in natura l'uomo ha da molto tempo utilizzato come ausilio alle proprie capacità, vi sono le sostanze psicoattive, sostanze chimiche con azione psicotropa, ossia che può modificare lo stato psico-fisico di un individuo agendo su memoria, emozioni, attenzione, percezione e molto altro. I loro effetti variano in base alle differenze individuali e, se abusate, possono avere ripercussioni e danni sul sistema nervoso o su altri organi corporei, nonché innescare dipendenza. L'azione di tali sostanze può essere di tipo sedativo/rilassante o eccitante/attivante e per questo motivo, sulla base delle proprietà e degli effetti prodotti, si possono distinguere a livello tassonomico diverse categorie.

La ricerca sperimentale a cui ho preso parte ha indagato gli effetti della caffeina, la sostanza psicoattiva più diffusa al mondo, su diverse capacità cognitive. In questa tesi, in particolare, verranno discussi gli esiti della somministrazione di una singola dose di 200 mg di caffeina (equivalente a 2 tazzine di caffè e mezzo) sulla capacità di individuare associazioni semantiche. Lo studio è stato condotto in doppio-cieco ed ha coinvolto 52 studenti universitari volontari; ciascun partecipante è stato valutato 2 volte a distanza di una settimana l'una dall'altra. L'assunzione di caffeina era prevista in una delle due somministrazioni, alternata con l'assunzione di un placebo.

1.CREATIVITA’

Creatività è sinonimo di novità e di utilità (Mednick, 1962): quando mettiamo in atto un pensiero creativo, infatti, lo facciamo in quanto necessitiamo di soluzioni (o combinazioni di queste) mai trovate, ma che siano allo stesso tempo efficaci per quella specifica situazione.

La creatività, essendo un fenomeno tanto interessante quanto complesso da indagare e operazionalizzare, è stata oggetto di diverse ricerche come quella di Magyari-Beck (1990) che ha presentato una suddivisione tassonomica delle diverse peculiarità di questo costrutto. In particolare, l’approccio psicologico più affermato sostiene che la creatività sia frutto di un processo associativo nel quale diversi concetti, idee, pensieri o elementi tra loro lontani vengono messi in relazione tra loro. Lo psicologo Sarnoff Mednick, nella sua Teoria Associativa della Creatività (1962), afferma che ogni qualvolta in cui si attivi una rete di collegamenti a livello neurale, si assiste ad un “aumento della probabilità e della velocità di produrre una soluzione creativa”. Secondo la teoria di Mednick, quindi, la probabilità di trovare un legame associativo -che funge da “ponte” tra numerosi elementi- aumenta quanti più sono gli elementi evocati ed associati da un individuo.

Mednick (1962) ha descritto due importanti distinzioni riguardo la sua interpretazione del processo creativo che si rifanno a differenze individuali di generazione di pensiero. La prima riguarda le modalità di combinazione associativa che possono essere distinte in serendipità (detta anche “momento Aha”, che prevede un collegamento accidentale e casuale), somiglianza (raggruppamento per caratteristiche simili) o mediazione (associazione per elementi comuni). La seconda, invece, riguarda le differenti tipologie di gerarchie associative di una persona, che possono essere rigide oppure piatte. Le prime portano a una maggiore probabilità di incorrere in pensieri stereotipati, mentre quelle

piatte permettono di accettare un numero maggiore di idee comuni e non, evidenziando un pensiero più creativo (Lee, Huggins & Therriault, 2014).

Per la sua formulazione, Mednick ha subito l'influenza dell'approccio di Joy Paul Guilford (1967), psicologo statunitense noto per i suoi studi sull'intelligenza umana. Guilford ha analizzato diversi processi mentali, ma anch'esso si è concentrato su quello creativo, individuandone due componenti principali: il pensiero divergente e convergente (Salvi, Costantini, Pace & Palmiero, 2020). Il pensiero divergente entra in gioco quando, a fronte di un problema aperto, vengono richieste soluzioni multiple e prevede quindi una libera generazione di idee e una gamma di esiti possibili corretti. Questa modalità coinvolge processi cognitivi sia top-down di controllo esecutivo che bottom-up di funzionamento associativo; entrambi interagiscono e lo rendono un'abilità più complessa da valutare in modo adeguato. Il pensiero convergente, invece, mira a trovare l'unica soluzione corretta per un problema definito, attraverso la "convergenza" tra diversi elementi. Quindi, mentre la componente divergente è associata ad una generazione di pensiero, quella convergente è più legata ad una raffinatezza e selezione di questo.

Per valutare la risoluzione creativa dei problemi, prima della teoria associativa, venivano utilizzati alcuni test di insight come, ad esempio, quelli proposti da Bowden, Fleck & Kounios (2005) che presentavano, tuttavia, pochi problemi non coerenti tra loro e che richiedevano troppo tempo per essere risolti: il risultato era che questi test non rappresentavano una misura affidabile della creatività umana. Per questo Mednick ha reso operativo il suo approccio teorico costruendo il Remote Associates Test (RAT; Mednick & Mednick, 1967) come misura del pensiero convergente. Questo test è formato da due insiemi di 30 triadi di parole presentate al soggetto e per ogni triade c'è una quarta parola da trovare che si lega alle tre date per associazione semantica o sinonimia. Le parole e le associazioni del RAT devono essere contestualizzate nelle

diverse forme linguistiche; pertanto, non è stato possibile procedere con una semplice traduzione letterale delle varie voci della prima versione in inglese. La validazione del test è stata effettuata successivamente anche in altre lingue quali, ad esempio, quella ebraica (Nevo & Lewin, 1978), giamaicana (Hamilton, 1982), giapponese (Baba, 1982), olandese (Akbari Chermahini, Hickendorff, & Hommel, 2012) e italiana da Salvi et al. (2020). Nel caso italiano, la procedura di validazione del test ha previsto una somministrazione ai partecipanti sia del RAT che dell'AUT, Alternative Uses Task (Guilford, 1967), una misura consolidata del pensiero divergente. Nel confronto tra le prestazioni nei due test, i risultati hanno dimostrato correlazioni significative tra il RAT e i punteggi ottenuti nelle sottoscale di fluidità e flessibilità dell'AUT, portando a pensare che il RAT, basandosi sulla capacità di ricercare parole diverse nella rete semantica, misuri anche alcune delle componenti divergenti di pensiero.

Tuttavia, questa ipotesi è stata in parte negata da diversi studi neuroanatomici che, invece, hanno dimostrato un maggiore coinvolgimento delle componenti creative convergenti. Tra questi, nella ricerca condotta da Pick e Lavidor (2019) è stata eseguita una stimolazione transcranica a corrente continua (tDCS) del giro angolare (AG), deputato alla processazione creativa di entrambi i sottocomponenti. I risultati dell'esperimento hanno provato il coinvolgimento dell'AG nelle capacità creative; in particolare, l'AG, se attivato -con stimolazione anodica- sembra essere coinvolto nelle componenti semantiche convergenti e in quelle divergenti se disattivato -con stimolazione catodica-. Inoltre, lo stesso studio ha dimostrato delle migliori prestazioni nel RAT a seguito di una stimolazione dell'AG, legandolo quindi alle componenti convergenti di pensiero. In un secondo studio condotto da Peña e colleghi (2020), gli Autori hanno dimostrato il coinvolgimento della corteccia parietale posteriore (PCC) nei compiti di associazione semantica e, in particolare, un miglioramento della performance nel RAT a seguito di una

stimolazione con la tRNS (Transcranical Random Noise Stimulation); tuttavia, l'attivazione della PCC non si verifica in presenza di compiti che coinvolgono componenti divergenti di pensiero, dunque la ricerca ha concluso che queste ultime, di conseguenza, non possono essere legate e quindi misurate dalla prestazione nel RAT, disconfermando quanto trovato da Salvi et al. (2020). Dunque, il RAT è riconosciuto come test per misurare le abilità creative convergenti e, solo in minima parte, quelle di tipo divergente e di generazione di pensiero.

Le capacità semantiche nell'essere umano si esprimono anche e soprattutto quando vengono coinvolte in compiti creativi come il RAT e negli anni diverse ricerche hanno contribuito a meglio definire come venissero messe in atto. Una importante pietra miliare nello studio del significato è stata la formalizzazione dell'ipotesi distributiva, secondo la quale parole con significati simili tendono a trovarsi in contesti altrettanto simili (Firth, 1957; Harris, 1954). Alla base di questa teoria vi è l'idea che esista una corrispondenza (o, in una visione più radicale, anche un'equivalenza) tra la distribuzione di una parola nei contesti e il suo significato e che quindi determinati concetti vengano appresi in base alla modalità e alla frequenza con cui questi si combinano ad altri nell'esperienza personale. Dunque, delle interpretazioni più forti di questa ipotesi (Lenci, 2008) emerge che i contesti in cui una parola è usata non solo derivano dal suo significato bensì in aggiunta lo determinano a loro volta. Sulla base delle ipotesi di Harris (1954), i modelli semantici che ne sono derivati codificano i concetti con più unità di rappresentazione e utilizzano sistemi di ridondanza o co-occorrenza per estrarne il significato.

I modelli statistici che al giorno d'oggi sono maggiormente quotati nella rappresentazione delle abilità semantiche e implementati a livello computazionale sono il Latent Semantic Analysis (LSA) e l'Hyperspace Analogue to Language (HAL). La comunanza di questi modelli riguarda l'utilizzo di vettori numerici di grandi dimensioni per rappresentare i

significati e il fatto che entrambi possono essere visti come delle forme di parametrizzazione di un unico modello teorico generalizzato, ovvero quello dell'ipotesi distributiva appena descritto (Günther, Rinaldi & Marelli, 2019).

2. CAFFEINA

La caffeina (1,3,7-trimetilxantina), nota anche come teina, è un alcaloide naturale presente nelle piante di caffè, tè, cola, guaranà, cacao e mate. La molecola di caffeina è stata isolata per la prima volta dal caffè nel 1819 dal chimico tedesco Friedrich Ferdinand Runge che le diede il nome di “Kaffein”, da cui deriva la rispettiva traduzione in italiano.

In natura, la presenza di questa molecola nelle foglie della pianta di caffè svolge un'importante funzione di insetticida naturale paralizzante per gli animali. Nell'essere umano, come è ben risaputo data la diffusione e il consumo su larga scala, i suoi effetti sono di varia tipologia ed agiscono sia a livello fisico che a livello cognitivo (McLellan, Caldwell & Lieberman, 2016). In dosaggi moderati, la caffeina è uno psicostimolante: migliora infatti la vigilanza, l'attenzione sostenuta, le prestazioni psicomotorie (Smith, Sutherland, & Christopher, 2005) e l'umore aumentando la concentrazione e il focus attentivo (Rao, Hu & Nobre, 2005). Anche la ricerca condotta da Smith, Sturgess & Gallagher (1999) aveva l'obiettivo di verificare se la caffeina producesse effetti in numerose tipologie di prestazioni con dosi minime di 40 mg per soggetto. I risultati ottenuti hanno confermato che questa sostanza fosse il fattore maggiormente correlato al miglioramento d'umore, in particolare riscontrato nelle misure soggettive di calma e interesse che risultavano maggiori, rimanendo in linea con gli altri studi citati.

Inoltre, la caffeina sembra essere associata ad un miglioramento nelle abilità di problem solving di tipo convergente, ovvero quando viene richiesta un'unica soluzione possibile ad un task (Zabelina & Silvia, 2020), nella velocità di processamento di nuove informazioni (Christopher, Sutherland & Smith, 2005), nel controllo attivo e nella coordinazione dei movimenti misurati da task che richiedevano lo switching, l'inibizione della risposta e l'interferenza al comportamento (Einöther & Giesbrecht, 2012). A livello fisico, la caffeina ha effetti analgesici e broncodilatatori, stimolando la vasodilatazione a

livello muscolare e aumentando la pressione sanguigna e i ritmi respiratori. Migliora, quindi, in generale il livello di prestazione fisica diminuendo anche la sensazione di stanchezza percepita (Pardo Lozano, Alvarez García, Barral Tafalla & Farré Albaladejo, 2007).

Il meccanismo d'azione della caffeina è stato analizzato in molteplici studi e in particolare, quelli condotti da Mort & Kruse (2008) e da Schellack (2012) hanno riscontrato che il tempo della sua entrata in circolo varia da 30 minuti fino a un massimo di 75 minuti in base alle condizioni di assunzione (diretta in gomme da masticare o più lentamente durante i pasti) e gli effetti da essa generati scompaiono nel giro di 3-10 ore in funzione delle caratteristiche dell'individuo.

I potenziali effetti della caffeina a livello cellulare possono essere spiegati da tre diversi meccanismi d'azione: l'antagonismo dei recettori dell'adenosina, il rilascio senza ricaptazione successiva di calcio intracellulare e l'inibizione delle fosfodiesterasi (Cappelletti, Piacentino, Sani & Aromatario, 2015). Mentre il primo caso si può osservare anche soltanto dopo l'assunzione di una tazzina di caffè, gli altri due non si verificano se non a seguito di dosaggi maggiori rispetto a quelli quotidiani; dunque, verrà analizzato soltanto il primo meccanismo.

L'adenosina è un modulatore del sistema nervoso centrale che rallenta l'attività neurale, regola il rilascio dei neurotrasmettitori come la dopamina e il glutammato e ha un ruolo importante nei ritmi sonno-veglia. Le tipologie di recettori che sono preposti per l'adenosina sono l'A1 e l'A2a: il primo ha un'ampia distribuzione in tutto il cervello, ma in particolare nell'ippocampo, nel cervelletto, nella corteccia cerebrale e in molti nuclei ipotalamici, aree coinvolte nell'inibizione del rilascio della maggior parte dei neurotrasmettitori; il secondo, invece, è maggiormente presente nello striato, nel nucleo accumbens e nel tubercolo olfattivo (McLellan, Caldwell & Lieberman, 2016) e la sua

azione è quella di inibire la funzione psicomotoria. La caffeina, agendo come antagonista, si lega a questi recettori e produce quindi una varietà di effetti diversi: per quanto riguarda la tipologia A1, la caffeina blocca la funzione inibitoria e incrementa l'attività neurale portando ad una maggiore vigilanza, attenzione ed eccitazione; legandosi, invece, alla tipologia di recettore A2a, migliora l'attività psicomotoria e media la vasocostrizione. L'effetto eccitante della caffeina è stato inoltre riscontrato anche per quanto riguarda il maggior rilascio di noradrenalina, serotonina, glutammato, GABA e dopamina, quest'ultima sempre per l'azione antagonista che ha la caffeina nei recettori adenosinici (Einöther & Giesbrecht, 2012). Infine, anche in situazioni di deprivazione del sonno, sono stati attribuiti all'assunzione della caffeina effetti eccitanti e miglioramenti nella performance psicomotoria (McLellan, Caldwell & Lieberman, 2016).

Per i suoi numerosi effetti benefici, la caffeina è la sostanza psicoattiva più diffusa al mondo e negli Stati Uniti l'85% degli adulti ne assume almeno una dose quotidianamente (Zabelina & Silvia, 2020). Il suo consumo su larga scala e i suoi effetti benefici possono tuttavia generare dipendenza ed è per questo motivo che il DSM-5 (APA, 2013) la inserisce all'interno dell'elenco di sostanze che portano al "Disturbo da Uso di Sostanza". L'abuso acuto o cronico di caffeina provoca una sindrome clinica i cui sintomi colpiscono sia le aree cerebrali centrali che periferiche e includono ansia, cambi d'umore, irrequietezza, disturbi del sonno, cambiamenti nell'abilità psicomotoria (Schellack, 2012). In questo caso, quindi, la dipendenza dalla caffeina è combinata con un ampio spettro di spiacevoli effetti fisici e mentali quali nervosismo, irritabilità, agitazione, insonnia, palpitazioni cardiache e cefalea (Pardo Lozano et al., 2007). Tali effetti, in particolare quelli di matrice prettamente ansiogena, sono stati indagati in diverse situazioni per comprendere se si manifestassero anche in condizioni di assunzioni limitate quotidiane. Lo studio di Smith (2002), riporta, ad esempio, degli scarsi effetti sul livello

d'ansia percepito dai soggetti se non assunta in dosi ingenti; inoltre, è emerso che, in quantità limitate, la caffeina avesse perfino un effetto opposto, ovvero di abbassamento del livello ansiogeno. In un'altra ricerca condotta da Hughes (1996), è apparso che questa sostanza produceva limitati sintomi attribuibili alla sfera ansiogena, ma soprattutto aveva un potenziale esacerbante per situazioni già stressanti di loro natura, evidenziando quindi la difficoltà nello stabilire una relazione causa-effetto univoca tra il costrutto indagato e la sostanza psicoattiva.

La dose tossica e letale per l'uomo è nell'ordine di 150 mg di sostanza per chilo di peso corporeo (Merlini, 2015).

3. CAFFEINA E ASSOCIAZIONI SEMANTICHE: UNO STUDIO SPERIMENTALE

La diffusione a livello mondiale della caffeina è dovuta alla moltitudine di effetti positivi che questa provoca nelle abilità fisiche e cognitive dell'essere umano e che lo rende più attivo, brillante ed efficiente nella via quotidiana. Da questa premessa ha origine il seguente studio, che ha l'obiettivo di indagare la relazione tra la caffeina e una tra le più importanti e complesse capacità umane, la creatività. Quest'ultima si traduce nell'abilità generativa di idee e di ricerca semantica per produrre soluzioni innovative e negli anni è stata oggetto di diversi studi per la comprensione di modelli di funzionamento associativo che ne costituiscono la base. Attraverso il Remote Associates Test, è stato quindi possibile individuare delle performance creative maggiormente efficienti a seguito dell'assunzione di caffeina, rispetto a una condizione di placebo, confermando quindi il ruolo attivante e positivo della caffeina nelle reti neurali associative e ipotizzando, quindi, una correlazione tra questa e il potenziamento delle abilità cognitive semantiche.

3.1 METODO

3.1.1 PARTECIPANTI

Statistiche descrittive del campione

La ricerca ha coinvolto un totale di 52 partecipanti, tutti studenti dell'Università di Padova. Sul totale dei partecipanti, 15 erano di sesso maschile (28.85%), mentre 37 erano di sesso femminile (71.15%); inoltre, 46 soggetti erano destrorsi (88.46%) mentre i restanti 6 erano mancini (11.54%). L'età media dei partecipanti era di 23.75 anni ($ds=1.8$).

Il consumo abituale medio di caffeina nei partecipanti coinvolti nel presente studio era di 161.5 mg al giorno ($ds=91.7$), equivalenti a circa 2 tazzine di caffè. Sono stati calcolati, inoltre, i punteggi di Quoziente Intellettivo Verbale e di Performance tramite le prove di

Vocabolario ($M=8.87$; $ds=2.63$) e di Disegno con Cubi ($M=10.83$; $ds=2.87$), entrambi subtest della batteria Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-IV).

Per quanto concerne le ore di sonno, la media delle ore prima dell'assunzione di caffeina era di 6.98 ore ($ds=0.90$), mentre prima della condizione sperimentale placebo la media delle ore si accostava a 6.96 ($ds=1.08$). Le ore di sonno nelle due condizioni sperimentali, quindi, non riportavano differenze significative, $t(51)=0.109$, $p=.914$.

Procedura sperimentale

Tutte le somministrazioni sono avvenute all'interno del laboratorio del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università di Padova in presenza di due sperimentatrici formate. Le strumentazioni utilizzate comprendevano dei protocolli in forma cartacea, due computer dotati di tastiera e microfono e capsule di caffeina "XTRAZE- BE STRONG" del dosaggio di 200 mg cad., della ditta Vitamaze.

La scelta del campione è stata effettuata su base volontaria e, prima dell'inizio delle somministrazioni, il partecipante doveva firmare un consenso informato conforme alle direttive del Comitato Etico del Centro HIT del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università di Padova e avere un'autorizzazione dal proprio medico di base che acconsentiva all'assunzione di 200 mg di caffeina date le sue buone condizioni di salute. Ad ogni soggetto, inoltre, sono state richieste l'assenza di uno stato di gravidanza e la non assunzione di caffè o altre sostanze stimolanti nelle 12 ore precedenti alla somministrazione.

Ciascun partecipante è stato coinvolto in due sessioni sperimentali (T1 e T2) della durata di 1 ora e 40 circa ciascuna, a distanza di una settimana l'una dall'altra e sempre allo stesso orario, in modo tale da rispettare più fedelmente possibile i ritmi circadiani di ciascun individuo e le medesime condizioni sperimentali tra le due sessioni. La scelta

della somministrazione in mattinata è dovuta alla volontà di tenere in considerazione i ritmi circadiani e biologici dei partecipanti e ai risultati di alcune ricerche simili, nelle quali sono emersi effetti maggiormente evidenti della caffeina su, ad esempio, la vigilanza, con somministrazioni effettuate nella prima parte della giornata (Fine, Kobrick, Lieberman, Marlowe, Riley & Tharion. 1993).

La differenza sostanziale e fondamentale T1 e T2 era l'assunzione di 200 mg di caffeina (miscelata con della gassosa) in una delle due somministrazioni alternata, nell'altra somministrazione, alla condizione di placebo (semplice acqua e gassosa). Un aspetto che si è voluto rispettare in questa ricerca è quello di essere condotta in doppio-cieco, ovvero garantendo che né il partecipante né lo sperimentatore sapessero la condizione sperimentale: ciò è avvenuto attribuendo le etichette "oro" o "rosso" alle due condizioni sperimentali, evitando una qualsiasi minima influenza nelle prestazioni. Metà del campione ha assunto quindi prima la caffeina e poi il placebo, mentre l'altra metà prima il placebo e in un secondo momento la caffeina. La randomizzazione ha quindi coinvolto la condizione sperimentale, la tipologia di protocolli somministrati (AB o BA) e la versione diversa di alcuni test, tra cui il RAT.

Il livello di ansia di stato dei partecipanti è stato valutato all'inizio e alla fine di ciascuna sessione sperimentale attraverso lo State-Trait Anxiety Inventory (STAI-Y) (Spielberger, Pancheri & Lazzari, 1980). In particolare, il partecipante doveva indicare come si sentisse in quel preciso momento, facendo riferimento ad una scala Likert a 4 punti. In questo modo è stato possibile verificare se il livello d'ansia aumentasse in funzione dell'assunzione della caffeina e/o delle tempistiche della compilazione. Per essere certi dell'effettiva entrata in circolo della sostanza, la procedura sperimentale ha previsto una sessione di gioco da tavolo visuocostruttivo "Tangram" a seguito dell'assunzione della

bevanda, nella quale i soggetti impiegavano 30 minuti per replicare delle immagini cartacee in bianco e nero con delle forme geometriche bidimensionali differenti.

A seguito di ciascuna sessione di gioco, è stato proposto il RAT, nella validazione italiana di Salvi e colleghi (2020). Gli item costituenti le triadi sono stati selezionati da quelli che in fase di taratura e validazione italiana del test erano stati risolti da almeno il 50% dei partecipanti (Salvi et al., 2020). Sono quindi stati divisi in due subtest “A” e “B” pareggiati per media (5,55 e 5,47), mediana (4,81 e 4,82) e percentuale di soluzione (70,23 e 70,12) e somministrati in ordine controbilanciato in T1 e T2.

Il soggetto veniva posto di fronte allo schermo del computer ad una distanza di circa 40 cm, con un microfono in mano che ha permesso di registrare i tempi di risposta. Le liste di 3 parole comparivano sullo sfondo nero: compito del partecipante era quello di pronunciare a voce alta una quarta parola che si collegasse a livello semantico o per sinonimia alle tre che erano presenti sullo schermo, in modo da formare una frase o una parola composta. Ciascuna triade spariva una volta che il soggetto emetteva un suono qualsiasi ed era compito dello sperimentatore registrare se la risposta data fosse corretta, errata o nulla (nel caso in cui il soggetto avesse prodotto un qualsiasi altro rumore). Per ogni quesito, il tempo di soluzione era di massimo 15 secondi, trascorso il quale le parole sparivano per passare al problema successivo.

Tra gli item del RAT selezionati per questa ricerca, un esempio di triade poteva essere “LUCE-MOTORE-COMPLEANNO” al quale il soggetto avrebbe dovuto associare la parola “CANDELA”.

3.2 RISULTATI

La raccolta dei dati ha permesso di fare molteplici analisi e confronti manipolando diverse variabili indipendenti. Sono stati effettuati confronti per campioni appaiati ipotizzando differenze sia tra l'assunzione della caffeina e del placebo che tra un diverso timing di somministrazione delle prove durante la sessione sperimentale.

3.2.1 STAI

Per quanto riguarda lo STAI, è stata eseguita un'analisi della varianza ANOVA con disegno 2x2 a variabili indipendenti: si sono manipolate le due condizioni sperimentali (caffeina o placebo) e la tempistica di valutazione (all'inizio o alla fine dell'incontro). La variabile dipendente è rappresentata dal punteggio percentile ottenuto nel questionario. I risultati permettono di affermare che i livelli di ansia non registrano un effetto significativo nel confronto tra l'assunzione di caffeina o di placebo, $F(1,51)=0.037$, $p=.848$; al contrario, i valori sono statisticamente significativi nel confronto tra la somministrazione del questionario ad inizio e alla fine della sessione, $F(1,51)=13.96$, $p<.001$. In questo caso il dato percentile della somministrazione iniziale ha una media di 35.55 ed errore standard di 3.58, mentre alla fine della seduta il punteggio è aumentato presentando una media di 43.01 ed errore standard di 3.73, come mostrato dalla Fig. 1.

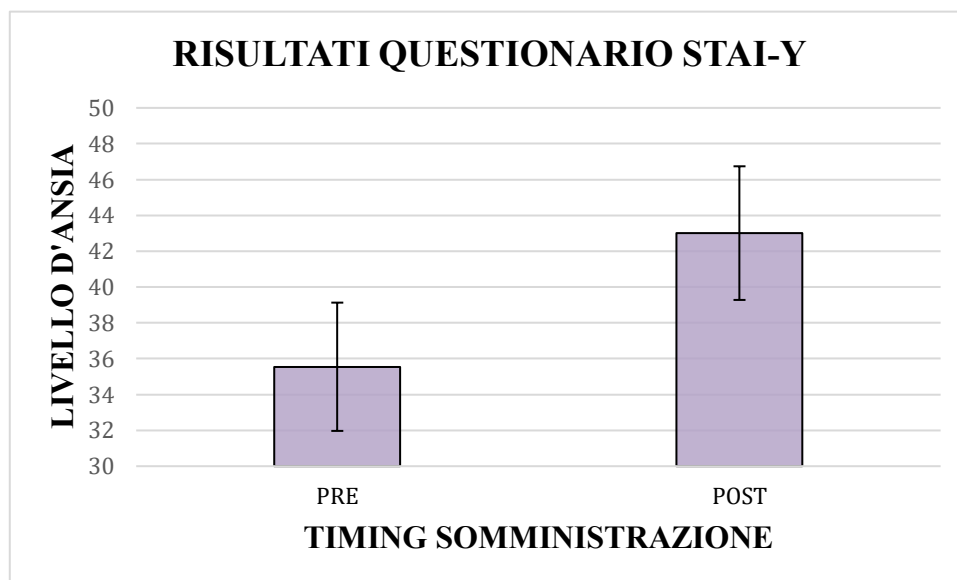


Fig.1. Risultati questionario STAI-Y rispetto al tempo di somministrazione.

3.2.2 RAT

Per quanto riguarda le analisi del test RAT, è stato necessario eliminare un dato che costituiva un outlier rispetto alla distribuzione dei dati; dunque, le analisi si sono eseguite su 51 soggetti anziché su 52.

Le analisi si sono concentrate maggiormente sul calcolo dell'indice di inefficienza, ovvero il rapporto tra la velocità di risposta dei partecipanti e l'accuratezza delle risposte, misurata in termini di numero di risposte corrette sul totale. È stato applicato un test T di Student a campioni appaiati tra le due condizioni sperimentali e il valore in termini di differenza media è di -2242.61 ($ds=5816.38$). Il test ha quindi evidenziato un valore di indice di inefficienza statisticamente significativo, con $t(50) = -2.75$, $p=.008$. A seguito dell'assunzione della caffeina, dunque, si evidenzia una diminuzione del valore di inefficienza, ovvero un aumento dell'efficienza, rispetto alla condizione di placebo.

Nella Fig. 2 è illustrata visivamente la differenza tra le medie degli indici di inefficienza derivanti dalle prestazioni dei soggetti dopo l'assunzione sia di caffeina che di placebo (rispettivamente 9291.55 e 11534.16) e i rispettivi errori standard (635.69 e 884.57).

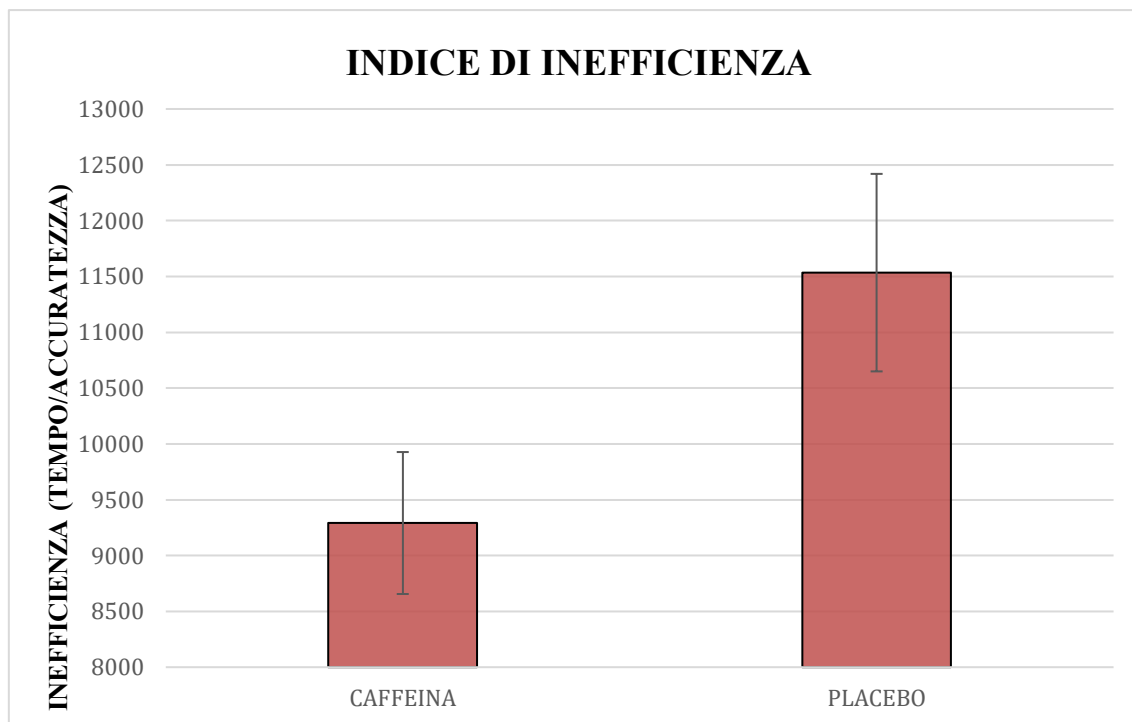


Fig. 2. Grafico della differenza in termini di inefficienza tra caffeina e placebo.

3.3 DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

I risultati appena descritti riportano dei dati interessanti e per certi versi particolari rispetto alle aspettative iniziali. L'ipotesi che guidava la ricerca prevedeva la conferma del fatto che la caffeina potenziasse alcune performance creative come quella nel RAT e che fosse un fattore concorrente alla variazione dell'agitazione percepita dal soggetto.

Per quanto riguarda lo STAI, l'analisi della varianza è stata fondamentale per l'emergere di una significatività statistica non del tutto prevista. La variabile principale della ricerca sperimentale, ovvero il confronto tra caffeina e placebo, non ha prodotto alcuna discrepanza e non è dunque emerso un aumento del punteggio percentile del livello d'ansia a seguito della somministrazione della sostanza. Riprendendo uno degli studi citati in precedenza, Smith (2002) non ha riportato un incremento dei sintomi ansiogeni a seguito di dosi moderate di caffeina. La presente ricerca, dunque, rimane in linea con questo risultato, confermando che la caffeina in dosaggio di 200 mg non è un fattore incrementale del livello ansiogeno. Probabilmente, con una quantità più elevata di sostanza, si sarebbero evidenziati effetti riconducibili a quelli che tipicamente emergono in un comportamento d'abuso.

Un dato più interessante e inaspettato emerso dall'analisi dello STAI-Y, invece, è la discrepanza osservata tra le tempistiche di compilazione del questionario. All'inizio dell'esperimento, infatti, i soggetti si dichiaravano meno ansiosi rispetto alla fine della seduta, indipendentemente dal tipo di condizione sperimentale. Questo dato fa pensare che la maggior agitazione dei soggetti nel post esperimento fosse determinata dal fatto che per quasi due ore erano stati sottoposti ad una serie di test che valutavano le loro abilità o caratteristiche; dunque, per quanto il clima di somministrazione fosse disteso e si cercasse di mettere ognuno a proprio agio, l'effetto dell'ansia da prestazione è rimasto comunque presente ed è emerso in questo questionario.

Confrontando questi dati con quelli delle ore di sonno, si può affermare che queste ultime non costituiscono un fattore che influenza il livello di stress percepito, lasciandolo quindi dipendere esclusivamente da quanto detto appena sopra.

Il Remote Associates Task era un test con l'obiettivo di valutare la creatività di tipo convergente dei partecipanti: coloro che avevano punteggi più alti nella validazione del test venivano infatti considerati più creativi di quelli con punteggi minori. La somministrazione del compito in questa ricerca mirava a verificare se la caffeina migliorasse la performance rispetto all'assunzione di placebo, basandosi anche su dati già presenti in letteratura (Zabelina & Silvia, 2020; Christopher et al., 2005) che la confermano come fattore positivo per creatività, attenzione e velocità di risposta.

La scelta di utilizzo del RAT per indagare le abilità creative semantiche è dovuta al fatto che i processi cognitivi elicitati durante il gioco siano l'espressione pratica del modello associativo distributivo di Harris (1954), precedentemente descritto. Nel test, la quarta parola che il partecipante doveva trovare era in relazione con ciascuna delle tre presenti sullo schermo attraverso contesi di applicazione differenti: per questo, i ponti associativi che i soggetti dovevano trovare spaziavano tra diversi significati della parola e riflettevano la abilità di ricerca e collegamento creativo.

La scelta della tempistica da applicare tra una triade e l'altra è derivata dai risultati di uno studio condotto da Bowden & Beeman (2003) che, a seguito di una somministrazione a 7, 15 e 30 secondi, hanno evidenziato un numero in percentuale maggiore di soluzioni dei quesiti con le due tempistiche più lunghe (15 e 30 sec.). Inoltre, 15 secondi sarebbe stato un tempo idoneo per valutare le abilità dei soggetti in termini di percezione globale di tipo immediato rispetto ad un approccio analitico e sistematico (parola per parola), come dimostrato da Salvi e colleghi (2016), il cui studio ha evidenziato maggiore accuratezza nelle risposte date grazie a un approccio d'insight.

Nell'analisi dei dati emersi dal RAT è stato valutato l'indice di inefficienza, ovvero il rapporto tra la velocità media dell'emissione di una risposta e l'accuratezza di questa, confrontandolo tra l'assunzione di caffeina o di placebo. Questo è un costrutto che ingloba due aspetti molto importanti dell'andamento delle prestazioni, dunque, può essere considerato maggiormente rappresentativo delle componenti prese singolarmente. Dei valori alti in questo indice denotano una maggiore inefficienza mentre valori più bassi sono associati a migliori prestazioni. I risultati emersi hanno mostrato che la caffeina è associata a valori di inefficienza minori rispetto alla condizione di placebo evidenziando, quindi, una maggiore efficienza media dei partecipanti. Questo implica che i soggetti, in seguito all'assunzione della sostanza psicoattiva, sono riusciti a esplorare e individuare un numero maggiore di associazioni remote, indice di potenziamento delle capacità creative. Nella ricerca condotta da Zabelina & Silvia (2020), sono emersi miglioramenti in performance che richiedevano attenzione e concentrazione, aree associate ai processi creativi convergenti. Coerentemente con questi dati scientifici, la nostra ricerca conferma gli effetti positivi e delinea maggiormente la caffeina come fattore incrementale nell'efficienza delle performance.

Un'ulteriore specifica, anch'essa in linea con i dati riportati dallo studio di Smith et al. (1999), riguarda la validità dell'effetto riscontrato nella presente ricerca. In questa e nello studio appena citato, il RAT è stato proposto verso la fine della procedura sperimentale e, comunque, ampiamente trascorso il tempo di assorbimento e metabolizzazione della caffeina. Si può quindi affermare che l'effetto emerso sia più facilmente e sia maggiormente valido grazie alla somministrazione in seguito alle giuste tempistiche entro le quali la caffeina mostra il suo massimo beneficio.

Mettendo in relazione quanto emerso con le ore di sonno dei partecipanti, è possibile affermare che la discrepanza tra le due condizioni sperimentali nel RAT non è in alcun modo influenzata da questo fattore, che infatti rimane costante a livello statistico.

È opportuno prendere in considerazione anche la relazione tra i punteggi dello STAI e quelli del RAT. La tempistica della somministrazione di quest'ultimo a livello di costruzione del protocollo era infatti pressoché nell'ultima parte della sessione sperimentale, quasi a ridosso della seconda compilazione del questionario STAI. È possibile, quindi, che le prestazioni del RAT, indipendentemente dalla condizione sperimentale, siano state influenzate dal maggiore livello di stress percepito dai soggetti e di lì a poco reso da loro esplicito.

Dallo studio di Fredrickson (2001) è emerso l'importante ruolo degli stati emotivi positivi nei confronti del gioco: la gioia stimola la voglia di giocare negli individui e, viceversa, il gioco induce e incrementa le emozioni positive. I risultati emersi nel presente studio sono in linea con quanto appena affermato: il questionario STAI -che misurava gli affetti positivi e negativi dei partecipanti- ha riscontrato, infatti, la corrispondenza tra stati emotivi positivi e delle migliori prestazioni nel RAT, confermando quindi una influenza reciproca tra queste due componenti.

Ricerche future potrebbero orientarsi nell'approfondimento di un'eventuale relazione tra performance creative e affetti negativi come ad esempio l'ansia percepita. Una modalità di studio potrebbe avvalersi del Creativity Anxiety Scale (CAS), validato da Daker e colleghi (2020), una scala che mira ad analizzare il variare di un livello d'ansia specifica per le situazioni in cui ci si approccia a problemi richiedenti una forma di pensiero creativo, come ad esempio il RAT.

Per concludere, gli studi sul potenziamento delle abilità umane spaziano dal punto di vista sia della tipologia della sostanza psicoattiva utilizzata che dell'area cognitiva o fisica

testata. In particolare, la creatività, in quanto processo, è un fenomeno molto complesso e variegato che necessiterebbe ulteriori approfondimenti. Ricerche future potrebbero orientarsi anche sul potenziamento di abilità creative esclusivamente convergenti o divergenti, servendosi anche delle correlate analisi di neuroimaging, oltre alla selezione e al controllo dei processi di ricerca messi in atto dall'individuo con e/o senza l'assunzione della sostanza. Sarebbe interessante analizzare se i processi creativi possano essere influenzati dalla caffeina anche quando, a causa di un'assunzione giornaliera importante, l'organismo fosse soggetto al fenomeno dell'abituazione. La ricerca potrebbe valutare se il soggetto senta in misura minore gli effetti della sostanza o in alternativa, come già in precedenza ipotizzato per quanto riguarda il costrutto specifico ansiogeno, se la caffeina produca effetti incrementali sul livello di preoccupazione, delineando una chiara relazione di causa-effetto.

Queste ipotesi potrebbero aprire una nuova strada di ricerca che promette di approfondire la conoscenza delle sostanze psicoattive di cui l'essere umano fa sempre più uso e/o abuso e la comprensione di base della cognizione creativa per creare interventi mirati a una maggiore realizzazione del suo potenziale creativo indispensabile per l'adattamento al mondo che lo circonda.

BIBLIOGRAFIA

- Akbari Chermahini, S., Hickendorff, M., & Hommel, B. (2012). Development and validity of a Dutch version of the Remote Associates Task: An item-response theory approach. *Thinking Skills and Creativity*, 7(3), 177–186.
- *American *Psychiatric *Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5* (5. ed). American Psychiatric Publishing.
- Baba, Y. (1982). An analysis of creativity by means of the Remote Associates Test for Adult Revised in Japanese (JARAT FORM A). *Shinrigaku kenkyū*, 52(6), 330–336.
- Fine, B. J., Kobrick, J. L., Lieberman, H. R., Marlowe, B., Riley, R. H., & Tharion, W. J. (1994). Effects of caffeine or diphenhydramine on visual vigilance. *PSYCHOPHARMACOLOGY*, 114(2), 233–238.
- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M. (2003). Normative data for 144 compound remote associate problems. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 35, 634–639.
- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(7), 322–328.
- Cappelletti, S., Piacentino, D., Sani, G., & Aromatario, M. (2015). Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug? *Current Neuropharmacology*, 13(1), 71–88.
- Christopher, G., Sutherland, D., & Smith, A. (2005). Effects of caffeine in nonefdwithdrawn volunteers. *Human Psychopharmacology*, 20(1), 47–53.
- Einöther, S. J. L. & Giesbrecht, T. (2012). Caffeine as an attention enhancer: reviewing existing assumptions. *PSYCHOPHARMACOLOGY*, 225(2), 251–274.

- *Daker, Cortes, R. A., Lyons, I. M., & Green, A. E. (2020). Creativity Anxiety: Evidence for Anxiety That Is Specific to Creative Thinking, From STEM to the Arts. Journal of Experimental Psychology. General, 149(1), 42–57.*
- *Firth, J. R. (1957). Papers in linguistics. Oxford, England: Oxford University Press, 1934–1951.*
- *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.*
- *Guilford, J.P. (1967). The nature of human intelligence (Vol. 5). New York: McGraw Hill.*
- *Günther, F., Rinaldi, L., & Marelli, M. (2019). Vector-Space Models of Semantic Representation From a Cognitive Perspective: A Discussion of Common Misconceptions. Perspectives on Psychological Science, 14(6), 1006–1033.*
- *Hamilton, M. A., (1982). “Jamaicanizing” the Mednick Remote Associates Test of Creativity. Perceptual and Motor Skills, 55(1), 321–322.*
- *Harris, Z. (1954). Distributional structure. Word, 10, 146–162.*
- *Hughes, R. N., (1996). Drugs which induce anxiety: Caffeine. New Zealand Journal of Psychology (Christchurch. 1983), 25(1), 36–42.*
- *Lee, C. S., Huggins, A. C., & Therriault, D. J. (2014). A Measure of Creativity or Intelligence? Examining Internal and External Structure Validity Evidence of the Remote Associates Test. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 8(4), 446–460.*
- *Lenci, A. (2008). Distributional semantics in linguistic and cognitive research. Rivista di Linguistica, 20(1), 1–31.*

- Magyari-Beck, I. (2007). *Creatology from 1977 to 2007. Society and Economy*, 29(3), 343-.
- McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). *A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 71(C), 294–312.
- Mednick, S. (1962). *The associative basis of the creative process. Psychological Review*, 69(3), 220–232.
- Mednick, S. A., & Mednick, M. T. (1967). *Examiner's manual: Remote Associates Test. Boston: Houghton Mifflin.*
- Merlini, G., (2015). *La Caffaina. Scienze e Movimento, terza edizione luglio-settembre 2015.*
- Mort, J. R., & Kruse, H. R. (2008). *Timing of Blood Pressure Measurement Related to Caffeine Consumption. The Annals of Pharmacotherapy*, 42(1), 105–110.
- Nevo, B., & Levin, I. (1978). *Remote Associates Test: Assessment of creativity in Hebrew. Megamot*, 24, 87–98.
- Pardo Lozano, R., Alvarez García, Y., Barral Tafalla, D., & Farré Albaladejo, M. (2007). *Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. Adicciones (Palma de Mallorca)*, 19(3), 225–.
- Peña, J., Sampedro, A., Ibarretxe-Bilbao, N., Zubiaurre-Elorza, L., Aizpurua, A., & Ojeda, N. (2020). *The effect of transcranial random noise stimulation (tRNS) over bilateral posterior parietal cortex on divergent and convergent thinking. Scientific Reports*, 10(1), 15559–15559.

- Pick, H., & Lavidor, M. (2019). *Modulation of automatic and creative features of the Remote Associates Test by angular gyrus stimulation. Neuropsychologia*, 129, 348–356.
- Rao, A., Hu, H., & Nobre, A. C. (2005). *The effects of combined caffeine and glucose drinks on attention in the human brain. Nutritional Neuroscience*, 8(3), 141–153.
- Salvi, C., Bricolo, E., Kounios, J., Bowden, E., & Beeman, M. (2016). *Insight solutions are correct more often than analytic solutions. Thinking & Reasoning*, 22(4), 443–460.
- Salvi, C., Costantini, G., Pace, A., & Palmiero, M. (2020). *Validation of the Italian Remote Associate Test. The Journal of Creative Behavior*, 54(1), 62–74.
- Schellack, G. (2012). *Caffeine: the “good”, the “bad” and the “ugly” : review. Professional Nursing Today*, 16(2), 10–14.
- Smith, A., Sutherland, D. & Christopher, G. (2005). *Effects of repeated doses of caffeine on mood and performance of alert and fatigued volunteers. Journal of Psychopharmacology (Oxford)*, 19(6), 620–626.
- Smith, A., Sturges, W. & Gallagher, J. (1999). *Effects of a low dose of caffeine given in different drinks on mood and performance. Human Psychopharmacology*, 14(7), 473–482.
- Smith, A. (2002). *Effects of caffeine on human behavior. Food and Chemical Toxicology*, 40(9), 1243–1255.
- Spielberger, C. D., Pancheri, P., & Lazzari, R. (1980). *STAI: State-trait anxiety inventory : questionario di autovalutazione per l'ansia di stato e di tratto : manuale di istruzioni. OS.*

- Zabelina, D. L. & Silvia, P. J. (2020). *Percolating ideas: The effects of caffeine on creative thinking and problem solving. Consciousness and Cognition, 79*, 102899–8.

