



# UNIVERSITÀ DI PARMA

---

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOBIOLOGIA E  
NEUROSCIENZE COGNITIVE**

**UNO STUDIO SUL *TESTING EFFECT* NEL DOMINIO  
DELLA MEMORIA EMOZIONALE PER SCENE  
NATURALI**

**Relatore:**

*Chiar.ma Prof.ssa VERA FERRARI*

**Controrelatore:**

*Chiar.mo Prof. LEONARDO FOGASSI*

**Laureanda:**

*CATERINA NICOLELLA GENTILE*

---

ANNO ACCADEMICO 2018-2019

Ad Alessio, il mio grande amore a cui dedico tutto. A mio nonno Vittorio, che mi ha  
trasmesso la passione per la lettura, l'amore per la cultura e che potrà farsi vanto della  
sua "papuffola" tra gli angeli.



# Abstract

Effettuare un test non è un evento neutro, ossia privo di implicazioni: vi sono numerose evidenze empiriche che testimoniano come una verifica di apprendimento (i.e. test) di materiale verbale produca tracce mnestiche più durature (Roediger & Butler, 2011). Tuttavia, gli studi che si sono avvalsi di materiale non verbale sono pochi, pertanto l'esperimento oggetto del presente elaborato esplora tale fenomeno, definito in letteratura *testing effect*, nel dominio della memoria di riconoscimento di scene naturali.

Lo scopo dello studio è quindi quello di vedere il contributo del test sulla memoria, utilizzando immagini che variano nel contenuto e nel grado di nitidezza. Poiché nel dominio verbale, il fenomeno del *testing effect* viene prodotto attraverso la somministrazione di indizi (i.e. *cue*) che facilitano la rievocazione del materiale (condizione testing), in alternativa al materiale integro (condizione studio), nel presente lavoro abbiamo indagato l'efficacia di immagini degradate come modalità per attivare il recupero mnestico.

Per far ciò sono state realizzate tre sessioni sperimentali: una di *codifica*, in cui sono state presentate immagini dinamiche, una di *test di riconoscimento mnestico intermedio* (compito vecchio/nuovo), in cui gli stimoli sono stati presentati in blocchi di immagini integre e degradate, e un *test di riconoscimento mnestico finale*, condotto a distanza di una settimana, simile al precedente (vecchio/nuovo), con stimoli integri. Inoltre, le scene naturali utilizzate hanno subito una manipolazione in termini semantici, con variazione del contenuto emozionale, con lo scopo di indagare il potenziamento mnestico degli stimoli emozionali in condizioni degradate.

In accordo con le nostre ipotesi, nella sessione di test intermedio, dopo soli 15 minuti

dall'iniziale codifica delle immagini, emerge sia un vantaggio generale per gli stimoli emozionali, sia una significativa compromissione del riconoscimento mnestico per stimoli degradati rispetto che integri. A distanza di una settimana, tutti gli stimoli sono stati mostrati con la loro risoluzione originale ed è stata misurata la memoria di riconoscimento insieme all'attività EEG, di cui sono stati analizzati i potenziali evento-relati.

Anche in questa fase emerge un contributo significativo dell'emozionalità, che sembrerebbe maggiore per le condizioni di riconoscimento più difficili, ossia per la quota di immagini presentate solo in codifica e per quelle ripresentate degradate nel test intermedio. Un *cue* degradato nella fase di testing, inoltre, ha contribuito a rafforzare la traccia mnestica, rispetto agli stimoli che sono stati visti solo una volta in codifica, ma rimane comunque evidente il vantaggio mnestico per il materiale sottoposto a testing nella sua versione integra.

Dal punto di vista elettrofisiologico emerge l'*old-new* parietale, ossia una componente positiva centro-parietale che risulta più ampia per gli stimoli riconosciuti come vecchi (*old*) rispetto che nuovi, ed è ulteriormente modulata dal contenuto emozionale delle immagini. Inoltre, ci sono indicazioni a sostegno di una modulazione anche in funzione del *testing effect*: l'effetto *old-new* centro parietale è più forte per gli stimoli *old* integri e *old* che non prendono parte al testing, rispetto a quelli degradati, che mostrano una traccia neurale meno evidente. Tali risultati sono in linea con il *dual-process account* (Yonelinas et al., 2002) che sostiene l'esistenza di due processi distinti, il ricordo e la familiarità, nel guidare il riconoscimento di uno stimolo come vecchio. I dati elettrofisiologici del presente studio sembrano indicare che il riconoscimento di stimoli associati ad una traccia degradata avvenga attraverso un processo più implicito e basato su *cue* superficiali (riconoscimento per familiarità) rispetto agli altri stimoli.

In conclusione, manipolare un'immagine in modo semantico e percettivo produce alterazioni della traccia mnestica, mostrando effetti significativi sia in termini comportamentali, sia in termini fisiologici.



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Testing Effect	2
1.2	Caratteristiche del Testing effect	4
1.2.1	Trasferimento del beneficio nel tempo	4
1.2.2	Trasferimento del beneficio quando il test intermedio e quello finale hanno un formato differente	5
1.2.3	Trasferimento del sapere attraverso altri domini di conoscenza	6
1.2.4	Il ruolo del feedback	6
1.3	Teorie proposte per spiegare il fenomeno	7
1.4	Testing effect e materiale non verbale	11
1.5	La memoria	12
1.5.1	La memoria a lungo termine	14
1.5.2	La memoria di riconoscimento: il ruolo della familiarity e della recollection	16
1.5.2.1	Dual-process models	18
1.6	Immagini e memoria	21
1.6.1	Le caratteristiche delle immagini	23
1.6.1.1	Memoria e contenuto emozionale delle immagini	25
1.6.1.2	Memoria e grado di dettaglio delle immagini	28
1.7	Conclusioni	31

<b>2</b>	<b>La ricerca</b>	<b>32</b>
2.1	Obiettivi dello studio . . . . .	32
2.2	Metodi e Materiali . . . . .	34
2.2.1	Soggetti . . . . .	34
2.2.2	Stimoli . . . . .	34
2.2.3	Paradigma . . . . .	35
2.2.4	Procedura . . . . .	39
2.2.5	Questionari . . . . .	40
2.2.6	Registrazione EEG . . . . .	40
2.2.7	Registrazione dei dati comportamentali . . . . .	40
2.2.8	Disegno sperimentale . . . . .	41
2.2.8.1	La Teoria della detezione del segnale . . . . .	41
2.3	Risultati . . . . .	42
2.3.1	Risultati comportamentali nella fase di Testing . . . . .	42
2.3.2	Risultati comportamentali nel Test di riconoscimento <i>Old-New</i> . .	44
2.3.3	Risultati elettrofisiologici nel Test di riconoscimento <i>Old-New</i> . .	45
<b>3</b>	<b>Discussione</b>	<b>50</b>
<b>A</b>	<b>Questionari</b>	<b>56</b>
	<b>Ringraziamenti</b>	<b>66</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>69</b>





# 1. Introduzione

Il test è uno dei metodi più diffusi per la valutazione della performance, per mettere alla prova il livello di preparazione degli studenti. Generalmente, esso è costituito da una serie di domande formulate mediante formati e modalità differenti, alle quali i partecipanti devono cercare di rispondere nel modo più accurato possibile. Questa concezione del test risulta fortemente radicata nella realtà scolastica ed accademica contemporanea, basti pensare ai numerosi ambiti in cui esso viene utilizzato, tanto che la maggior parte delle persone nella propria vita ha fatto, almeno una volta, esperienza con questa pratica. L'obiettivo principale del test è quello di andare a verificare quanto sia stato efficace lo studio preliminare, in quanto, mentre l'apprendimento risulterebbe connesso allo studio, il test costituirebbe il metodo principe per andare a valutare la performance. Tuttavia, dalla letteratura psicologica emerge come la pratica di effettuare un test non sia un evento neutro, ma bensì essa stessa fonte di apprendimento e di consolidamento mnestico. L'intento, dunque, di questo capitolo è quello di introdurvi al mondo del *testing effect*, cercando di fornire le diverse prove scientifiche a sostegno dell'uso del test come mezzo di potenziamento mnestico, oltre che di valutazione. Questo elaborato si inserisce pertanto nell'ambito della memoria, in particolar modo in quella a lungo termine. L'intento soggiacente è dunque di traslare tale paradigma nel dominio delle scene naturali andando ad esplorare la memoria di riconoscimento per immagini.

## 1.1 Testing Effect

Anche se le prime ricerche sugli effetti del test risalgono ai primi del Novecento (Abbott, 1909; Gates, 1917; Spitzer, 1939), la maggior parte degli studi condotti sull'apprendimento e sulla memorizzazione, specialmente a partire dal 1960, si è basata sull'alternanza di sessioni di studio e di test. Quindi, il materiale sperimentale veniva presentato per una fase iniziale di studio e successivamente per quella di test, in modo da determinare quanto era stato appreso, partendo dall'assunto che il test fosse di per sé un evento inerte. Tale procedura, finalizzata a rilevare la performance dei partecipanti, ha messo in luce l'esistenza di una curva di apprendimento, accelerata negativamente, secondo la quale, la quota di apprendimento sarebbe maggiore nelle fasi precoci della curva, ed in diminuzione all'aumentare del numero dei *trial*. Questa concezione della memorizzazione vede completamente tagliato fuori il test, ignorando la possibilità che ci possa essere apprendimento durante un test di recupero. Nonostante ciò, effettuare un test su quanto appreso precedentemente, rispetto al semplice ristudiare lo stesso materiale, renderebbe le informazioni più disponibili in memoria, anche a distanza di settimane (e.g., Roediger & Butler, 2011; Roediger & Karpicke, 2006). Per *testing effect*, si intende, dunque, quel fenomeno per cui l'atto di recuperare le informazioni dalla memoria produce una conservazione migliore, rispetto al ristabilire le stesse informazioni per un tempo equivalente attraverso il semplice studio (Roediger & Butler, 2011).

Sebbene quando si parli di comportamento umano sia molto complicato trovare delle costanti, possiamo rintracciare in questo fenomeno un'eccezione che conferma la regola, dato che i risultati presenti in letteratura sono davvero sorprendenti e possono avere diverse applicazioni nel contesto educativo (Karpicke & Roedinger, 2008). Questo effetto particolarmente robusto è stato dimostrato con liste di una sola parola (Carpenter & DeLosh, 2006; Rowland & DeLosh, 2014b; Rowland, Littrell-Baez, Sensenig, & DeLosh, 2014; Zaromb & Roediger, 2010), associazioni di stimoli (Allen, Mahler, & Estes, 1969; Carpenter, 2009; Carpenter, Pashler, & Vul, 2006; Carrier & Pashler, 1992; Pyc & Rawson, 2010; Toppino & Cohen, 2009), passaggi in prosa (Glover, 1989; Roediger & Karpicke, 2006b) e materiale non verbale (Carpenter & Pashler, 2007; Kang, 2010).

Gli esperimenti in quest'ambito tipicamente coinvolgono una prima fase di codifica, seguita da un tentativo di recupero delle informazioni codificate, mediante un test, o attraverso il semplice ristudio dello stesso materiale. La fase finale prevede un altro test, che tipicamente rivela come le informazioni precedentemente testate siano ricordate meglio rispetto a quelle ristudiate, dimostrando come la pratica del recupero potenzi la traccia mnemonica (Carpenter, 2006). I tipi di test che possono essere utilizzati sono principalmente tre:

- un *old-new recognition*, in cui al partecipante vengono mostrati un pool di stimoli e deve stabilire se li abbia già visti in una fase di studio, o se essi siano nuovi;
- un *cued recall* test, in cui il recupero della traccia viene incentivato dalla presenza di un *cue*;
- un *free recall* test, in cui al soggetto viene richiesto di rievocare spontaneamente quanto ha appreso in una fase di studio precedente.

La maggior parte di questi esperimenti si è avvalsa di materiale verbale, come ad esempio coppie di parole Swahili-Inglese (Nelson & Dunlosky, 1994). I disegni sperimentali classici prevedevano la divisione dei soggetti in due gruppi distinti: uno veniva assegnato alla condizione ristudio e un altro alla condizione test. È il caso dell'esperimento di Toppino & Cohen (2009) i quali hanno evidenziato come i soggetti sottoposti ad un test guidato da un *cue*, nello specifico una parola Swahili, mostrino performance migliori nel test finale, risultato particolarmente significativo quando l'intervallo di tempo tra la fase di codifica e quella di test finale aumentava. Studi analoghi testimoniano come il beneficio prodotto dal ristudiare le parole di un vocabolario straniero sia di gran lunga inferiore rispetto al cercare di recuperare la traduzione attivamente e quindi di sforzarsi nel tentativo di ripristinare una traccia in memoria (Carrier & Pashler, 1992; Metcalfe & Kornell, 2007).

In uno studio di Van Den Broek, Sergers, Takashima e Verhoeven (2013) è emerso che il recupero attivo di informazioni, oltre a migliorare l'accuratezza nella performance in un test finale, produca dei tempi di reazione decisamente inferiori. Questo vale soltanto per quegli item recuperati con successo durante la pratica, quindi la memoria risulterebbe migliorata sia in termini di accuratezza che di velocità di recupero. Questo fenomeno

possiede molte caratteristiche, pertanto nella sezione successiva prenderemo in esame alcune di queste.

## **1.2 Caratteristiche del Testing effect**

### **1.2.1 Trasferimento del beneficio nel tempo**

Come tutti i fenomeni legati alla memoria, dopo un certo intervallo di tempo le informazioni sono soggette a decadimento, interferenza o consolidamento. I ricercatori hanno cercato di valutare se questo miglioramento prodotto dal test sia ascrivibile ad un determinato contesto temporale, oppure se sia qualcosa di più duraturo. Dagli esperimenti di Carpenter, Pashler, Wixted e Vul (2008) è emerso che questo beneficio permanga indipendentemente dal contesto temporale. Gli stimoli utilizzati erano sempre coppie di parole Swahili-inglese e le condizioni sperimentali erano essenzialmente due: alcuni soggetti erano sottoposti a semplice ristudio, altri al test. Coloro che avevano eseguito il test nella seconda fase dell'esperimento avevano performance migliori in un *cued recall* test finale, anche se sottoposti a diversi contesti temporali: 5 minuti, 1 giorno, 2 giorni, 7 giorni, 14 giorni o 42 giorni. Questo beneficio diventa molto evidente aumentando l'intervallo tra la fase di pratica e quella di test finale, dunque introducendo un ritardo dopo la sessione di apprendimento (e.g., Coppens, Verhoeijen, & Rikers, 2011; Kornell, Bjork, & Garcia, 2011; Roediger & Karpicke, 2006b; Toppino & Cohen, 2009).

Come nell'esperimento di Toppino & Cohen (2009), il vantaggio legato al test emerge solo dopo un ritardo e non immediatamente dopo la fase di apprendimento, poiché il beneficio andrebbe anche letto in termini di riduzione dell'oblio (Carpenter, Pashler, Wixted, & Vul, 2008; Wheeler, Ewers, & Buonanno, 2003), dato che l'accessibilità agli elementi in memoria diminuisce al diminuire della forza della traccia, minore per gli elementi ristudiati (Bjork & Bjork, 1992). Questi studi supportano quindi l'evidenza che il *testing effect* possa essere trasferito attraverso contesti temporali differenti, potenziando la memoria nel lungo periodo.

### **1.2.2 Trasferimento del beneficio quando il test intermedio e quello finale hanno un formato differente**

Una possibile critica al fenomeno preso in esame potrebbe essere quella di ritenere il beneficio contingente al formato del test, provocato da una corrispondenza tra il test intermedio e quello finale. Per archiviare la potenziale critica i ricercatori hanno adottato un test iniziale di un tipo, seguito da un test finale di tipologia differente. Carpenter, Pashler e Vul (2006) hanno condotto uno studio in cui i partecipanti sono stati sottoposti a 40 coppie di parole, *cue-target* (A-B), con un debole collegamento semantico. Nella seconda fase dell'esperimento, un gruppo di partecipanti ha preso parte al semplice ristudio del materiale (A-B), mentre l'altro gruppo ha eseguito un test con richiamo guidato, *cue recall* test (A, ...). In accordo con la letteratura è stato rilevato un beneficio legato al test, che risulta evidente sia quando il richiamo finale avviene nella stessa direzione di quello intermedio (A, ...), sia quando va in direzione opposta (... , B). Inoltre, sembrerebbe che il *free recall* test nella fase intermedia dell'esperimento, indipendentemente dal formato finale del test, produca risultati migliori rispetto ad un test di riconoscimento o un *cued recall* test (Carpenter e DeLosh, 2006). Ulteriori studi in merito alla flessibilità promossa dal test hanno sottolineato come esaminare la memoria per del materiale appreso in un corso online mediante quiz settimanali producesse un beneficio rispetto al semplice rileggere e ristudiare il materiale, anche quando il test finale differiva nel formato da quello intermedio (McDaniel, Anderson, Derbish e Morisette, 2007). Un'ulteriore conferma deriva da risultati che mostrano come il test sia un fattore in grado di migliorare le conoscenze geografiche, anche quando la valutazione finale prevedeva un test molto diverso rispetto a quello sostenuto precedentemente (Rohrer, Taylor e Sholar, 2010; Carpenter e Kelly, 2012). Alla luce di questi risultati sperimentali è possibile sottolineare come il fenomeno del beneficio legato al test emerga anche in assenza di corrispondenza diretta tra test intermedio e test finale, andando a potenziare le informazioni in memoria.

### 1.2.3 Trasferimento del sapere attraverso altri domini di conoscenza

Una delle sfide più grandi in ambito educativo è quella di trasformare le conoscenze in competenze, ossia di rendere flessibili tutte quelle informazioni che apprendiamo e non una semplice collezione di nozioni fini a se stesse. Quindi alcune situazioni ci richiedono di trasferire le conoscenze acquisite verso domini di conoscenza simili a quanto appreso (Chen & Klahr, 1999), altre invece prevedono l'applicazione delle stesse a settori molto più lontani (Gick & Holyoak, 1980). L'effetto si verifica in entrambe le circostanze.

È quanto emerge dallo studio di Kang, McDaniel, & Pashler (2011), i quali hanno analizzato con un disegno *between group* il trasferimento del sapere con problemi simili, appartenenti allo stesso settore di conoscenza, tramite una prima fase di studio, uguale per tutti, in cui veniva somministrata una lista di valori  $x$  e  $y$  e una seconda fase che differiva in base alla condizione sperimentale. Ad un gruppo veniva riproposto lo stesso materiale, mentre all'altro veniva richiesto di predire il valore di  $y$ , in base ai valori di  $x$ , mostrati in codifica. Si andava a valutare, nel test finale, sia la performance con le stesse  $x$  e  $y$  (*Trained Range*), sia con valori nuovi (*Transfer Range*). Il vantaggio è particolarmente evidente con i valori nuovi, chi ha effettuato il test è più performante. Performance migliorata anche nel caso della produzione di inferenze (Butler, 2007). Gli studenti quando devono rispondere a delle domande inerenti ad un passo in prosa, si mostrano migliori nel trasferire le conoscenze apprese, nel dedurre informazioni non presenti nel testo stesso.

### 1.2.4 Il ruolo del feedback

Nonostante effettuare un test produca un miglioramento di per sé, anche in assenza di un feedback correttivo, fornendo la risposta corretta a seguito di un tentativo di recupero si ha un potenziamento del *testing effect* (Bangert-Drowns et al., 1991; Kulhavy & Stock, 1989). In questo caso si parla di feedback, ossia la risposta corretta fornita dopo il recupero. Fornire un resoconto corretto dopo la risposta produrrebbe un potenziamento, in quanto permetterebbe ai partecipanti di tenere in memoria le risposte corrette (Butler et al., 2008). Il meccanismo cruciale nell'apprendimento legato al test è il recupero con successo; tuttavia, se i soggetti non dovessero recuperare la risposta corretta i vantaggi del

testing sarebbero limitati o assenti (Kang, 2007). Quindi, il feedback sarebbe una garanzia di potenziamento mnestico nel test finale. Dare un feedback si rivela di fondamentale importanza a seguito di test di riconoscimento (ad es. scelta multipla, vero / falso, ecc.) per evitare il consolidamento di informazioni errate (Butler et al., 2008). Ad esempio, quando i partecipanti devono stabilire quale sia la risposta corretta in un test a scelta multipla, hanno molte opzioni, alcune delle quali plausibili ma errate. Imparando dal test, il rischio è quello di andare a consolidare informazioni sbagliate (Butler, 2011). La soluzione consisterebbe nel fornire un feedback correttivo. Un aspetto di centrale importanza è la tempistica con cui verrebbe fornito il feedback correttivo.

Convenzionalmente si ritiene che sia meglio fornire la risposta corretta immediatamente dopo il test (Skinner, 1954; Kulik, 1988). Tuttavia, i risultati sperimentali dimostrano che il feedback ritardato potrebbe essere ancora più potente. È quanto emergerebbe da uno studio di Wheeler (2003), in cui agli studenti era richiesto di leggere dei paragrafi per poi sostenere un test a scelta multipla. Nella condizione di test veniva manipolata la tempistica in cui veniva fornito il feedback, un gruppo lo aveva ricevuto immediatamente dopo aver selezionato la risposta (feedback immediato) e l'altro ha ricevuto le correzioni per tutte le domande a seguito dell'intero test (feedback ritardato). Dai risultati emergerebbe come il feedback ritardato rappresenti un ulteriore mezzo di potenziamento della performance mnestica. Questo potrebbe essere spiegato in termini di effetto spaziatura, il fenomeno per cui il materiale presentato con una certa spaziatura porti ad un migliore consolidamento rispetto ad una ripetizione massiva (Cepeda, 2006).

### **1.3 Teorie proposte per spiegare il fenomeno**

Sebbene dal punto di vista empirico i risultati siano sorprendenti, rimane ancora una sfida comprendere quale sia il meccanismo soggiacente al beneficio prodotto dal test. In virtù di ciò, sono state proposte molteplici teorie. Da una parte diversi teorici hanno sottolineato come il test migliori la memoria, perché impegnarsi in un test riesporrebbe il soggetto allo stesso materiale, aumentando il tempo complessivo di somministrazione del materiale studiato (Carrier & Pashler, 1992; Thompson, Wenger, and Bartling, 1978). Questa prospettiva teorica prende il nome di ipotesi della quantità di elaborazione, smentita utiliz-



zando una condizione di controllo con ristudio, in cui la durata di esposizione agli stimoli è la stessa, i risultati rimangono comunque a favore del test. Tra altre prospettive più accreditate, figura l'ipotesi del recupero (Glover, 1989) che sottolinea come sia il numero di eventi di rievocazione completi ad influenzare le prestazioni di memoria nel test finale. L'accento viene posto sulla qualità, piuttosto che sulla quantità (ipotesi della quantità di recupero) dell'elaborazione provocata da questi tentativi di recupero. Ne consegue che alcuni test intermedi, come il *free recall* test, siano più adeguati di altri, e che l'efficacia avrebbe luogo qualora i due test fossero distanziati, in modo da consentire il pieno richiamo della traccia, pertanto la performance risulterebbe potenziata quando la ripetizione è distribuita nel tempo (Melton, 1970). In questo contesto si inserisce l'effetto spaziatura, ossia la dimostrazione empirica che le informazioni verbali siano richiamate meglio quando le prove di apprendimento sono distanziate piuttosto che ammassate (Cuddy & Jacoby, 1982; Dellarosa & Bourne, 1985). A tal proposito, non si può non menzionare l'ipotesi dell'accessibilità, che evidenzia come nelle prove di codifica di massa, ossia quando vengono ripetuti in sequenza ravvicinata gli stessi stimoli, non venga richiesta una codifica completa. Questo perché lo stesso stimolo, essendo ripetuto più volte consecutivamente, creerebbe una traccia delle informazioni acquisite già al primo incontro che rimarrebbe accessibile in memoria anche in seguito.

Oltre alla qualità del recupero, si è fatto leva sullo sforzo necessario nel recuperare una traccia, gettando le basi per un filone teorico noto come teorie dello sforzo del recupero, secondo le quali l'entità del beneficio aumenterebbe al crescere della difficoltà richiesta dal test intermedio (e.g., Jacoby, 1978; Karpicke & Roediger, 2007), con lo sforzo (e.g., Pyc & Rawson, 2009), con la profondità (Bjork, 1975) del tentativo di recupero. A sostegno di ciò, vi sono numerosi esperimenti che si avvalgono di prove intermedie più difficili, intese come la riduzione del *cue* (e.g., Carpenter & DeLosh, 2006; Glover, 1989; Kang, McDermott, & Roediger, 2007) o il prolungamento dell'intervallo di tempo tra la fase di studio e quella del primo test (e.g., Karpicke & Roediger, 2007; Modigliani, 1976; Pyc & Rawson, 2009; Whitten & Bjork, 1977). Pyc & Rawson (2009). Tali studi hanno evidenziato una funzione di potenza accelerata negativamente, dimostrando come il vantaggio aggiuntivo, conseguente a molteplici opportunità di richiamo, si riduca ad ogni

successivo recupero. In altre parole, dando molteplici opportunità di recupero, le prove successive risultano più semplici rispetto alle precedenti, per cui la loro utilità mnemonica diminuirebbe (Bjork, 1975).

Effettuare un test può aumentare il numero di percorsi pronti all'uso in un test successivo (e.g., Bjork, 1975; McDaniel & Masson, 1985; see also Rowland & DeLosh, 2014a), promuovendo un'elaborazione distintiva item-specifica (e.g., Kuo & Hirshman, 1997; Peterson & Mulligan, 2013), o permettendo l'elaborazione di un'informazione target (e.g., Carpenter, 2009; Pyc & Rawson, 2010). Sempre legata alla difficoltà del recupero, è stata proposta la teoria del disuso: gli elementi, indipendentemente da quanto possano essere accessibili, sono sottoposti a disuso, ossia a distanza di tempo non diventano più richiamabili. Questo renderebbe funzionale il nostro sistema mnemonico, in quanto non risulterebbe utile ricordare, ad esempio, tutti gli indirizzi di casa del passato, quindi essi cadrebbero in disuso, anche se rimangono memorizzati. Ciò accelera l'accesso all'informazione necessaria riducendo la confusione. La prima versione di tale teoria è ad opera di Thorndike (1914): le abitudini apprese, senza una continua pratica, svaniscono o decaiono dalla memoria con il passare del tempo. Altri teorici, come quelli delle interferenze (e.g., McGeoch, 1932) non circoscrivono il fenomeno al tempo. Bjork e Bjork (1992) hanno riformulato questa teoria, generando una versione sempre confacente alla difficoltà del recupero. I ricordi possono essere descritti in termini di forza di conservazione e forza di recupero. La prima fa riferimento al grado in cui un'informazione è stabilita in modo duraturo in memoria, mentre la seconda con quale facilità possa essere recuperato un elemento. I test difficili, caratterizzati da una bassa forza nel recupero, producono un vantaggio per la resistenza di archiviazione prodotta, rispetto ai test facili.

Secondo l'*Elaborative retrieval hypothesis* (Carpenter, 2009; Carpenter & DeLosh, 2006; Bjork, 1975) il beneficio sarebbe il risultato diretto dell'elaborazione di una traccia di memoria, grazie alle operazioni di recupero. Un possibile meccanismo sottostante risulterebbe legato ad un'elaborazione dovuta alla ricerca del target in memoria prodotta dal tentativo di recupero, attraverso l'attivazione di associazioni semantiche al target. Dopo lo studio di una coppia cue-target (A-C), i partecipanti, impegnandosi in un test di richiamo dato un cue (A-?) possono essere indotti a produrre opzioni plausibili ma errate

(come B-D) prima di arrivare al target, errori che in un test di memoria successivo, potrebbero fungere da *cue* di recupero, aumentando la probabilità di successo. Tale struttura elaborativa simile non si formerebbe per gli item ristiudiati dove *cue* e target sono presentati per intero (Carpenter, 2009). Il beneficio risulta proporzionale alla difficoltà delle associazioni. Una versione più specifica di tale teoria è stata fornita da Pyc & Rawson (2010) e prende il nome di *mediator effectiveness hypothesis*, proponendo che il *testing effect* possa derivare da un utilizzo efficace delle informazioni di mediazione cue-target che nasce a seguito di un test, in cui per "informazioni di mediazione" si intendono elementi di qualche tipo (come una parola) che forniscano un collegamento tra un *cue* e un target. Nel test finale, le informazioni di mediazione sono ricordate in risposta al *cue* e possono sollecitare la selezione del target (Carpenter, 2011; Pyc & Rawson, 2010). & Rawson, 2011; vedi anche Thompson et al., 1978).

Un'altra prospettiva teorica, coerente con il corpus di risultati di Finn & Roediger (2011), trova nel riconsolidamento l'aspetto sostanziale a cui circoscrivere il beneficio (ipotesi del riconsolidamento). Il riconsolidamento si riferisce all'idea che quando l'informazione viene recuperata dalla memoria, entra in uno stato labile rendendola suscettibile a modifiche (Dudai, 2004). Il riconsolidamento legato alla riattivazione della traccia mnestica ha un ruolo importante nell'elaborazione della memoria a lungo termine (Dudai, 2006; Lewis, 1979; Nader, 2003; Nader, Schafe, & LeDoux, 2000; Tronson & Taylor, 2007). La maggior parte delle teorie concordano sul fatto che una memoria possa essere modificata nel periodo successivo al suo recupero (e.g., Tronson & Taylor, 2007), sia in termini negativi, come l'interferenza retroattiva, sia in termini positivi, con il *testing effect* (e.g., Barnes & Underwood, 1959; Carrier & Pashler, 1992; Loftus & Palmer, 1974).

Tutte queste prospettive teoriche si concentrano solo sul test iniziale, quindi su quei processi implicati nella seconda fase del paradigma. Il modello di biforcazione (Kornell, Bjork, & Garcia, 2011; vedi anche Halamish & Bjork, 2011) sottolinea, invece, come l'effetto del test si rifletta esclusivamente su quegli item che sono stati recuperati con successo. Infine, la spiegazione più controversa a questo fenomeno ricade nell'acronimo TAP: *transfer appropriate processing*, secondo cui le ragioni del beneficio risiederebbero nella diretta somiglianza tra le condizioni del test iniziale e quelle finali (Morris, Bransford, &

Franks, 1977; see Bjork, 1988; Roediger & Karpicke, 2006a). Secondo questo filone di pensiero la grandezza dell'effetto del test dovrebbe dipendere dal grado di somiglianza tra test iniziale e test finale. Ci sono risultati coerenti con ciò, (Duchastel & Nungester, 1982, McDaniel & Fisher 1991; Johnson & Mayer, 2009), ma anche risultati problematici, che mostrano che indipendentemente dal tipo di test, permanga il beneficio (Carpenter & DeLosh, 2006; Glover, 1989; Kang et al. 2007). Molte di queste teorie possono convivere fra loro, tuttavia resta ancora una sfida per i ricercatori generare un modello in grado di spiegare tutte le sfaccettature di questo fenomeno sorprendente.

## **1.4 Testing effect e materiale non verbale**

Uno dei limiti principali di questo paradigma risiede nel fatto che la maggior parte degli esperimenti si sia avvalsa prevalentemente di stimoli verbali, nello specifico liste di parole. Tuttavia, può essere estremamente interessante vedere quali studi coinvolgano altre tipologie di materiale. Ad esempio, ci sono dei tentativi che hanno cercato di traslare i risultati ottenuti, attraverso domini differenti, come quello visuo-spaziale. Un esempio deriva dall'esperimento condotto da Carpenter & Pashler (2007) i quali sono andati a testare il potenziamento di competenze visuo-spaziali attraverso l'uso di mappe. Nella fase di testing veniva richiesto ai partecipanti di individuare quale elemento fosse assente dalla mappa che era stata precedentemente presentata nella fase di studio. Pertanto, i partecipanti si impegnavano nel richiamare in memoria le caratteristiche mancanti e la loro localizzazione. Il test finale consisteva nel disegnare la mappa presentata precedentemente: chi era stato sottoposto al test intermedio aveva una performance migliore, dimostrando che questo effetto possa essere esteso anche a task non verbali.

Il materiale non verbale può inoltre essere usato per potenziare la memoria di informazioni verbali. In uno studio di Finn & Roedinger (2011) è emerso che quando veniva presentata un'immagine emozionale con valenza negativa, immediatamente dopo un recupero riuscito di un'associazione di parole Swahili-inglese, nel test finale la prestazione è migliore rispetto a quando viene mostrata un'immagine neutra o una schermata vuota in seguito ad un recupero di successo nel test intermedio. Questa scoperta sottolinea come il periodo immediatamente successivo al recupero svolga un ruolo importante nel con-

solidamento della traccia, dimostrando un effetto potenziante ad opera di un'immagine negativa, durante il periodo di tempo in cui l'ipotesi del riconsolidamento postula che la traccia in memoria sia labile. Quindi questo dimostrerebbe come il materiale non verbale, sotto determinate condizioni, possa essere al servizio di quello verbale, nonostante ciò gli studi che si avvalgano solo di immagini sono limitati, forse per la complessità dello stimolo in questione. Un ulteriore autore che critica l'uso esclusivo di materiale verbale è Kang (2010), il quale ha costruito degli esperimenti in cui venivano usati i caratteri cinesi, vere e proprie figure, associati a parole inglesi. Chi si impegna in un test cercando di riprodurre i caratteri cinesi a seguito di un *cue* inglese mostra una performance migliore nel test finale. Anche in questo studio però si nota come del materiale visivo sia utilizzato in funzione di quello verbale, mediante un'associazione *cue-target*, non passando interamente ad un dominio esclusivamente visivo. Ai fini di questo elaborato, una delle prime curiosità alla base della ricerca, contenuta nella sezione finale, è quella di andare a vedere se questo effetto possa essere traslato ad un dominio completamente visivo, usando pertanto scene naturali. A tal proposito, segue una trattazione in cui si va ad esaminare il funzionamento della memoria a lungo termine, in particolar modo quella di riconoscimento per immagini.

## **1.5 La memoria**

Un aspetto fondamentale nella vita umana è l'esperienza, ossia entrare in diretto contatto con gli elementi della quotidianità e del reale. Tuttavia, senza un sistema che ci consenta di organizzare tutte le informazioni che ci circondano, le nostre esperienze sarebbero vanificate e quindi ci troveremmo a dover ricominciare ogni volta dal nulla, come una tabula rasa, senza poter far tesoro di quanto appreso. Il sistema deputato a renderci efficienti in tal senso prende il nome di memoria. La memoria è, dunque, quel meccanismo che ci permette di conservare e recuperare le informazioni nel tempo. Essa si basa su tre processi fondamentali: la codifica, ossia la registrazione iniziale delle informazioni, l'immagazzinamento, che consiste nel salvataggio delle stesse per farne uso in futuro e il recupero, ovvero il reperimento delle informazioni immagazzinate ogni qualvolta ci risulti utile. Un altro elemento di fondamentale importanza per un funzionamento corretto della

nostra memoria è l'oblio: la capacità di dimenticare dettagli superflui. La nostra mente, disponendo di risorse limitate, necessita di un sistema di filtraggio in grado di "eliminare" tutti quei particolari inutili, per evitare di allocare risorse preziose su elementi del tutto superflui. Ci dispone della capacità di considerare uno stimolo come "familiare", seppur di volta in volta si modifichino tutte quelle caratteristiche transitorie superflue, le prime che cadono nell'oblio. Sebbene i processi sopraelencati siano fondamentali affinché la memoria operi con successo, non riescono a descrivere come le informazioni entrino nella nostra mente. Di conseguenza la ricerca psicologica ha tentato di dare delle risposte producendo numerosi modelli. Molto nota in letteratura è la *Teoria dei tre sistemi di memoria* (Atkinson-Shiffrin, 1968), che sebbene abbia dominato il panorama scientifico per diversi decenni, è stata rivista e superata, ma comunque ha gettato le basi per la sistematizzazione di un costrutto tanto complesso come la memoria. Essa prevede l'esistenza di tre distinti magazzini:

- quello sensoriale, in cui l'informazione, accedendo attraverso i sensi, permane per un tempo molto breve (qualche secondo);
- quello a breve termine, in cui è possibile conservare una piccola quantità di informazioni, ossia uno span che varia tra i 5 e i 9 elementi (Miller, 1956), per una durata in termini di secondi (20 secondi circa);
- infine, quello a lungo termine, che fa riferimento alla porzione del nostro sistema mnestico in cui sono racchiuse, in modo duraturo e permanente, le esperienze e le conoscenze raccolte durante la nostra vita.

La differenza tra questi ultimi due magazzini di memoria è sottolineata anche dall'effetto di posizionamento seriale, in cui l'abilità di rievocare gli stimoli dipende dalla posizione che essi occupano all'interno di una lista. Pertanto, esiste un effetto *primacy*, o priorità, per cui in una successione di item ricordiamo meglio i primi, ed uno *recency*, o recenza, per cui gli ultimi elementi sarebbero più disponibili in memoria (Tydgat & Grainger, 2009). Questo modello si basa principalmente su un'elaborazione seriale dell'informazione. Tuttavia, le evidenze sperimentali hanno messo in discussione questo aspetto, sottolineando come il nostro sistema mnestico sia in grado di funzionare in parallelo. A

Memoria a lungo termine				
Esplicita-Dichiarativa		Implicita		
Semantica	Episodica		Procedurale	Percettiva
	Retrospettiva	Prospettiva		

Tabella 1.1: principali tipologie di memoria a lungo termine (Revlin, Psicologia Cognitiva 2014)

tal proposito, è stato sviluppato da Baddeley e Hitch (1974) un sistema alternativo, ossia la memoria di lavoro: un insieme di magazzini di memoria temporanei che manipolano attivamente l'informazione (Baddeley, Chincotta & Adlam 2001; Engle, 2002). Nella formulazione di questo modello tripartito vi sarebbe dunque un esecutivo centrale, con un ruolo di supervisione attenzionale e due sottocomponenti, il loop fonologico e il taccuino visuo-spaziale. Ai fini di questo elaborato, però, ci soffermeremo principalmente sulla memoria a lungo termine, in particolar modo su quella esplicita dichiarativa.

### 1.5.1 La memoria a lungo termine

La memoria a lungo termine è un sistema di memoria deputato all'immagazzinamento duraturo delle informazioni. È un macrocostrutto a sua volta composto da memoria dichiarativa, episodica, semantica e autobiografica, e memoria implicita, procedurale e percettiva.

La memoria semantica è quella porzione di magazzino deputata alla conservazione di conoscenze concettuali. Sono state avanzate numerose teorie psicologiche che cercano di spiegarne il funzionamento. Tra queste figurano i modelli associativi, i quali concepiscono la memoria come una grande rete, che vede interconnesse rappresentazioni mentali e informazioni (Collins & Quillian, 1969; Collins & Loftus, 1975). Una volta attivato un nodo o concetto, detto *prime*, si ha una facilitazione per le informazioni correlate, anche in modo inconsapevole, in quanto l'attivazione del *prime* si diffonderebbe all'interno della rete, attivando i nodi immediatamente collegati al *prime* (Collins et al., 1975). La memoria semantica si formerebbe, dunque, come conseguenza di quella episodica: collezionando esperienze del mondo, siamo in grado di astrarne concetti e di immagazzinarli in memoria.

La memoria episodica fa riferimento a quel pool di informazioni estratte da tutte le esperienze che facciamo nella nostra vita. Secondo Tulving (1985) è proprio la memoria episodica a generare l'esperienza consapevole del ricordo. Le scoperte neuroscientifiche riguardo la memoria episodica sono sintetizzate nel modello HERA: *Hemispheric encoding-retrieval asymmetry*, (Habib, Nyberg, Tulving, 2003). Esso è basato sull'asimmetria emisferica nella codifica e nel recupero delle tracce mnestiche. Confrontando i due emisferi cerebrali, in particolar modo focalizzandoci sulla corteccia prefrontale, emerge che la porzione di sinistra sia maggiormente coinvolta nella codifica di informazioni, mentre quella destra risulti prevalentemente implicata nel recupero. Per quanto riguarda la memoria semantica invece, i lobi temporali giocherebbero un ruolo fondamentale. Dal punto di vista neuroanatomico le strutture implicate sarebbero i lobi temporali mediali, l'ippocampo, la corteccia entorinale e quella peririnale. Da studi di lesioni è emerso che un danno ippocampale, con relativa conservazione della corteccia paraippocampale sembrerebbe non inficiare la memoria semantica, nonostante quella episodica risulti gravemente compromessa (Vargha-Khadem, 1997).

Molto spesso però, nonostante l'evoluzione ci abbia provvisto di tutti questi meccanismi che ci rendono efficienti, il recupero delle informazioni fallisce. Una possibile ragione potrebbe essere legata alla vasta quantità di rappresentazioni contenute nella nostra memoria a lungo termine, le quali dovrebbero essere conservate in modo permanente (Tulving & Psotka, 1971). Di conseguenza, tali informazioni necessitano di un sistema che consenta di recuperarle ogni qual volta sia necessario. Questo compito viene assolto dal *cue* di recupero: ossia uno stimolo che ci permette di rievocare più facilmente le informazioni immagazzinate, funzionando come guida, come sonda (Tulving, 1983; Ratcliff & McKoon, 1989). Il ruolo del *cue* assume un'importanza centrale quando cerchiamo di rievocare qualcosa, durante il riconoscimento, ossia quando esponiamo il soggetto a degli stimoli e gli chiediamo di stabilire se li abbia già visti o meno in una fase precedente o se ritiene che siano totalmente nuovi. La rievocazione viene considerata come più dispendiosa rispetto al riconoscimento, in quanto coinvolgerebbe un numero maggiore di passaggi (Anderson & Bower, 1972).



### 1.5.2 La memoria di riconoscimento: il ruolo della familiarity e della recollection

Per comprendere meglio il razionale soggiacente allo studio che verrà presentato nel prossimo capitolo, risulta fondamentale introdurre il concetto di memoria di riconoscimento, ossia quel tipo di memoria che grazie ad un preciso dettaglio (o *cue*) ci permette di ricordare l'intera scena di cui abbiamo fatto precedentemente esperienza. Nei test di memoria di riconoscimento abbiamo di solito una prima fase di studio, o codifica, in cui i partecipanti sono invitati ad osservare una serie di stimoli presentati in successione con intervalli *intertrial* e durata della presentazione stabiliti a priori dallo sperimentatore. Successivamente vi è una fase di test, in cui i soggetti sperimentali devono discriminare tra gli stimoli già visti nella fase precedente ed elementi totalmente nuovi, che possiamo definire distrattori. L'obiettivo principale di questa tipologia di paradigma è quello di esaminare quanto sia efficace il riconoscimento di stimoli di cui si ha avuto esperienza nella fase di studio. A tale scopo, i tipi di test sviluppati e più comunemente utilizzati sono due: quelli a scelta forzata e i single-item test. Nel primo caso vengono appaiati un item e un distrattore, e il partecipante deve stabilire quale ha visto nella fase precedente dell'esperimento; nella seconda tipologia di test, considerata più complessa (Deffenbacher, Leu & Brown, 1981; Franken & Rowland, 1979), invece, ogni elemento è presentato singolarmente e viene richiesto di stabilire se si tratti di uno stimolo vecchio o nuovo (Levie & Hathaway, 1988). Questa competenza si basa su due processi: *familiarity* e *recollection*. Sebbene gli psicologi cognitivi avessero iniziato a condurre esperimenti su questi fenomeni solo intorno al 1970, già Aristotele era consapevole della differenza fra i due processi indagati. Infatti, di fronte ad un determinato stimolo, il riconoscimento può essere basato sul ricordo vivido di dettagli di eventi passati in modo attivo e ricco di particolari contestuali (*recollection*), oppure sulla valutazione della familiarità (*familiarity*) di quell'item, in cui si ha una vaga sensazione di aver già fatto esperienza di quello stimolo (Yonelinas, 2002). La *recollection* sembrerebbe dunque legata alla memoria episodica, mentre la *familiarity* a quella semantica. Per spiegare la dissociazione di tali processi risulta utile ricorrere a dati comportamentali. In primo luogo, ha assunto un ruolo centrale il paradigma *Re-*

*member/Know* (R/K) elaborato da Tulving (1985) in cui nel primo caso, per il *remember*, interverrebbe la *recollection*, mentre nel secondo, ossia per il *know*, la *familiarity*. Da esperimenti comportamentali in cui sono stati registrati i tempi di reazione, è apparso che quando ai soggetti veniva richiesto di discriminare tra stimolo nuovo o vecchio, le risposte erano più veloci rispetto a quando veniva richiesto loro di rievocarne i dettagli (Hintzman & Caulton, 1997; Gronlund, Edwards, & Ohrt, 1997; Hintzman, Caulton, & Levin, 1998). Aumentando inoltre il tempo fornito ai partecipanti per emettere la risposta si riduceva la percentuale di falsi allarmi, sottolineando come la *familiarity* sia sensibile al contenuto simile tra stimoli target e distrattori (McElree, Dolan, & Jacoby, 1999; Rotello & Heit, 2000). A supporto dell'esistenza di questi due differenti processi, è stato evidenziato da dati neuropsicologici e di *neuroimaging* che i substrati neurali implicati sono parzialmente distinti: la *recollection*, quindi la componente più episodica, recluterebbe l'attivazione dell'ippocampo, mentre la *familiarity*, componente più semantica, risulterebbe localizzata nelle regioni adiacenti allo stesso (Yonelinas, 2002). Da studi di lesione si evince che un danno al lobo temporale mediale è relato a scarse performance di memoria episodica (Aggleton & Shaw, 1996; Yonelinas, Kroll, Quamme, Lazzara, Sauve, Widaman, Knight, 2002) suggerendo che l'ippocampo sia un nodo centrale nella *recollection*. Ulteriori conferme sono state ottenute da esperimenti che hanno mostrato come la codifica legata all'attività dell'ippocampo e del giro paraippocampale supporterebbe la *recollection*, mentre l'attività peririnale potrebbe supportare la familiarità (Davachi, Mitchell, Wagner, 2003), suggerendo che forse questo tipo di dissociazione emerga già al momento della codifica e non solo al recupero. Dissociazione supportata anche da una differente attività elettrofisiologica. Un primo effetto rilevato in un compito di discriminazione *old-new* è legato alla FN400, una negatività potenziata per item nuovi rispetto a quelli riconosciuti come vecchi, localizzata frontalmente intorno ai 300/500ms (Friedman & Johnson, 2000). Essa è il marker elettrofisiologico del riconoscimento basato sulla *familiarity*, ma non è sensibile alla *recollection* (Curran & Clearly, 2003), la quale emergerebbe più tardivamente (Friedman et al., 2000; Ranganath & Paller 2000), attraverso un'onda parietale, intorno ai 400/800ms (Johnson, 1995, Rugg & Coles, 1996). L'effetto *old-new* parietale è sensibile ai fattori che si suppone influenzino la *recollection*, come ad esempio la profon-

dità del processo (Rugg, Allan, Birch, 2000; Rugg, Walla, Schloerscheidit, Mark, 1988). Pertanto, è evidente che vi siano numerose prove a sostegno dell'esistenza di questi due processi di riconoscimento mnestico distinti. A tal proposito, sono stati proposti numerosi modelli di memoria, *Dual-process models*, atti a sistematizzare i molteplici dati rilevati, che presuppongono che i giudizi di riconoscimento dipendano da queste due modalità distinte di memoria.

### 1.5.2.1 Dual-process models

In questa sezione, che segue le orme della nota *review* di Yonelinas (2002), si prenderanno in esame i modelli più noti: il modello di Atkinson, i modelli neuroanatomici, il modello di Mandler, il modello di Jacoby, il modello di Yonelinas, il modello di Tulving.

**1.5.2.1.1 Il modello di Atkinson** Atkinson e colleghi (Atkinson e Juola, 1973, 1974; Atkinson, Hertmann, & Wescourt, 1974) hanno descritto la *familiarity* come riflesso dell'attivazione di nodi in un archivio lessicale in cui ciascuno di essi rappresenterebbe una singola parola o oggetto e che l'accesso al nodo in questione ne provocherebbe una attivazione che decade nel tempo. Pertanto, in un test di riconoscimento, i nodi corrispondenti agli item studiati saranno più attivi rispetto a quelli non studiati. In virtù di tale attivazione, i soggetti si mostrano più o meno abili nel discriminare tra materiale precedentemente visto ed elaborato, da quello non studiato. Il processo di *familiarity* risulterebbe, così, intimamente legato alla teoria della detezione del segnale, che come in precedenti applicazioni alla memoria umana (Banks, 1970; Murdock, 1965; Parks, 1966), mostrerebbe come il soggetto imposti un criterio-soglia per emettere il proprio giudizio. Pertanto, gli item che superano questo criterio vengono considerati come già studiati; per quelli che invece non lo oltrepassano, l'attivazione è equivoca. Dunque, solo in tal caso, si presume che i partecipanti ricorrano alla *recollection*, in base alla quale attingerebbero da un elenco di elementi codificati nella fase di studio, ma in un separato archivio di conoscenza. Tale modello concepirebbe, quindi, la *recollection* come un processo che intervenga qualora la *familiarity* non sia di per sé sufficiente.

**1.5.2.1.2 I modelli neuroanatomici** Lo studio di pazienti che presentano lesioni cerebrali spesso offre un grosso contributo nella localizzazione di determinate funzioni psicologiche. In virtù di ciò, sono nate numerose teorie che hanno evidenziato come un danno al lobo temporale mediale risulti frequentemente associato all'amnesia, inficiando selettivamente la *recollection*, lasciando invece inalterata la *familiarity*. Come abbiamo visto precedentemente, introducendo il filone di ricerche volto a rilevare i substrati anatomici di questi processi, c'è notevole accordo nella comunità scientifica nell'attribuire alla regione ippocampale un ruolo critico per la *recollection*, mentre le strutture site nel lobo temporale mediale ed inferiore risulterebbero maggiormente implicate nella *familiarity* (Aggleton & Brown, 1999; Eichenbaum, Otto, & Cohen, 1993). Inoltre, sia il talamo sia il lobo frontale giocherebbero un ruolo critico rispettivamente nella *recollection* e nella *familiarity*, in quanto il riconoscimento e il ricordo includerebbero processi di controllo prefrontali, in grado di guidare il recupero della traccia mnestica e di ricapitolare i processi che si attivano durante la fase di codifica (Aggleton et al., 1999).

**1.5.2.1.3 Il modello di Mandler** Mandler e colleghi (Mandler, 1979, 1980, 1991; Graf & Mandler, 1984) hanno sottolineato come la memoria di riconoscimento possa essere basata sulla valutazione della familiarità (*familiarity*) dell'item o sulla base di un processo di ricerca in memoria (*recollection*). Inoltre, vi sono evidenze che la *familiarity* supporti non solo i giudizi di memoria di riconoscimento ma anche prestazioni su compiti di memoria implicita come ad esempio, il completamento di parole (vedi Roediger & McDermott, 1993). Al contrario, la *recollection* rifletterebbe un processo di ricerca che supporta sia il riconoscimento sia la rievocazione. Mandler (1979) inizialmente si è fatto promotore dell'idea che solo in caso di ambiguità si andasse oltre la *familiarity*, tuttavia successivamente il modello è stato modificato in modo tale che i processi risultino indipendenti e operino in parallelo, sebbene comunque la *familiarity* rimanga più veloce (Mandler, 1980).

**1.5.2.1.4 Il modello di Jacoby** Secondo Jacoby e colleghi (Jacoby & Dallas, 1981; Kelley & Jacoby, 2000) la sostanziale differenza tra la *recollection* e la *familiarity* risiederebbe nel fatto che la prima sarebbe sostenuta da processi consci e volontari, mentre

la seconda assumerebbe un carattere automatico. Un aspetto che rende questo modello diverso dagli altri è il modo in cui viene concepita la *familiarity*, la quale non andrebbe analizzata come la proprietà di un oggetto, ma bensì come un fenomeno che emergerebbe ogni qualvolta l'elaborazione di un item risulti fluente, perché attribuita all'esperienza passata. Quindi è proprio il grado di fluenza dell'elaborazione ad essere associato alla familiarità, in virtù dell'esperienza passata (Jacoby & Dallas, 1981).

**1.5.2.1.5 Il modello di Tulving** In accordo con Tulving (Tulving, 1985, 1982) la memoria a lungo termine, di tipo esplicito, consterebbe di sistemi differenti. Tra essi figurano la memoria episodica, la quale è associata al ricordo consapevole degli eventi passati e alle relazioni fra di essi; e la memoria semantica, associata al sapere che si ha del mondo. Entrambi i sistemi vanno letti come supporto fondamentale per l'apprendimento e la memorizzazione. Pertanto, i processi di *recall* sembrano essere intimamente legati al magazzino della memoria episodica, mentre il riconoscimento risulterebbe correlato ad entrambi i magazzini. Andando ad analizzare il percorso che effettuerebbe l'informazione, si presume che prima di passare attraverso il sistema semantico, venga comunque codificata in quello episodico, permettendo la formazione di ricordi episodici sul sistema semantico. Durante il recupero, invece, l'informazione può essere reclutata da entrambi i sistemi che funzionano parallelamente, in modo autonomo l'uno dall'altro.

**1.5.2.1.6 Il modello di Yonelinas** Yonelinas e colleghi (Yonelinas, et.al 1998) hanno posto l'accento sugli aspetti qualitativi e quantitativi. Infatti, la *familiarity* risulterebbe legata ad un processo di natura quantitativa, descritto in modo non diverso dalla teoria della detezione del segnale; mentre la *recollection* rifletterebbe un processo di recupero di soglia per cui gli aspetti qualitativi dell'informazione in merito ad un evento precedente vengono recuperati. Paragonando i due processi, la *recollection* sembrerebbe essere legata a giudizi di riconoscimento con un grado di certezza maggiore e fungerebbe da supporto per l'apprendimento di nuove nozioni, mentre la *familiarity* risulterebbe meno efficace nel supportare l'acquisizione di ulteriori conoscenze (Yonelinas 1997, 1999; Yonelinas, Kroll, Dobbins, & Soltani, 1999).

## 1.6 Immagini e memoria

La maggior parte degli studi condotti sul *testing effect* si è concentrata prevalentemente su materiale verbale, nonostante, nella nostra quotidianità siamo immersi in un mondo ricco di immagini, e nella specie umana, in coloro che posseggono un funzionamento nella norma, la vista sia un senso straordinariamente efficiente e sviluppato, veicolo delle ricche informazioni che provengono dal mondo esterno. Le immagini, dunque, stimolano in modo sorprendente la nostra memoria e potrebbero costituire uno strumento di apprendimento molto potente. Di conseguenza, un intento alla base di questo lavoro è quello di esaminare come funzioni il consolidamento mnestico di immagini che ritraggono scene naturali e pertanto valutare se il beneficio prodotto dal test si verifichi anche con questo tipo di stimoli, potenziando la performance di riconoscimento, che per le immagini risulta essere di per sé già sorprendente.

Da quanto riportato nelle sezioni precedenti si evince come la memoria rappresenti un tema caldo per la psicologia, ricco di studi e di esperimenti per diversi secoli. Nonostante ciò, la maggior parte delle teorie sviluppate sono conseguenza della somministrazione di materiale verbale, che pur essendo più semplice da utilizzare, non è totalmente rappresentativo della grande quantità di stimoli che ci circonda. Il mondo, infatti, non è costituito da sole parole, anzi prendendo in esame l'ecologia della nostra specie, notiamo come le immagini assumano un ruolo centrale per l'essere umano.

Gli esperimenti hanno rivelato che la memoria di riconoscimento per immagini è sorprendentemente sviluppata. Già alla fine dell'800, autori come Kirkpatrick (1894) e Calkins (1898), con i loro studi, avevano dimostrato un tangibile miglioramento delle prestazioni di memoria quando i soggetti si avvalevano di rappresentazioni pittoriche del materiale da ricordare. Dunque, l'immagine inizia ad assumere un ruolo sempre più centrale come stimolo sperimentale. Tra i pionieri di tale approccio vi è Shepard (1967), il quale sottoponendo i soggetti alla visione di oltre 600 fotografie, ha riscontrato un'accuratezza superiore al 98%. Risultati ampiamente replicati in altri studi, i quali dimostrerebbero come in condizioni ottimali la memoria di riconoscimento per immagini sia davvero sorprendente (Nickerson, 1968; Standing, Conezio e Haber, 1970; Standing, 1973). Infatti,

la rievocazione e il riconoscimento di immagini mostra una potenza maggiore rispetto alle altre modalità (Paivio, Rogers & Smythe, 1968; Stenberg, Radeborg, & Hedman, 1995), non solo per quanto concerne il template generale, ma anche per la memorizzazione dei dettagli specifici (Brady, Konkle, Alvarez & Oliva, 2008). Questa supremazia emergerebbe anche nella velocità con cui l'essere umano attiva i processi di categorizzazione. Sebbene molte ipotesi proposte vedano nelle parole la via elitaria per compiere meccanismi di astrazione, siamo molto più veloci a categorizzare le immagini, rispetto alle parole (Potter & Faulconer, 1975). Questo fenomeno è noto in letteratura come effetto di superiorità pittorica.

"La rappresentazione in memoria delle immagini è in qualche modo più elaborata, distintiva e ricca di significato, rispetto alle parole" (Hockley, 2008, p.1351). Tra le spiegazioni più diffuse ed accreditate di questo fenomeno figura la Teoria del doppio codice di Paivio (1971). Questo modello postula l'esistenza di due sistemi simbolici, uno di tipo verbale, legato al magazzino delle informazioni linguistiche, l'altro, un sistema non verbale, correlato alle immagini mentali e alle informazioni spaziali. Quando un concetto viene registrato in entrambi i sistemi di memoria assistiamo ad una doppia codifica, responsabile di una traccia mnestica più solida, rispetto a quella prodotta da una codifica singola. Tale doppia codifica, sia visiva, sia verbale, dipenderebbe da un processo di verbalizzazione interna (Lambert, 1981). Dunque, la ridondanza faciliterebbe la trattenuta in memoria (Paivio, 1969; 1971). La diretta conseguenza di questo modello è che tale effetto possa essere annullato qualora non venisse prodotta alcuna etichetta verbale. Infatti, Wyant, Banks Berger e Wright (1972) hanno evidenziato dei crolli nella performance quando nella fase di codifica le immagini venivano presentate in rapida successione, impedendone la presunta denominazione. Nelson e Brooks (1973) hanno vagliato tale possibilità variando il livello di similarità tra le etichette linguistiche fornite all'immagine, rilevando che un'elevata somiglianza tra queste provocava interferenza e una successiva caduta della performance. Risultati analoghi emergono quando in un test di riconoscimento i distrattori presentano contenuti simili ai target (Bartlett, Till, & Levy, 1980; Luszcz & Bacharach, 1980). Sulla stessa scia, Kunen e Duncan (1983) hanno dimostrato che i soggetti che usano la denominazione degli stimoli nella fase di studio, durante il test sono

maggiormente sensibili ai falsi allarmi, qualora ci fosse somiglianza tra target e distrattori. Tuttavia, il modello di Paivio è stato messo in discussione da diversi teorici, i quali hanno sviluppato ipotesi alternative. In primo luogo, non necessariamente le persone verbalizzano quando esposte ad un'immagine (Friedman & Bourne, 1976; Intraub, 1979), di conseguenza non abbiamo garanzia di questa doppia codifica. Inoltre, quando recuperiamo una traccia in memoria, attingeremo al medesimo magazzino, indipendentemente dal formato del contenuto in questione, visivo o verbale (Guenther, 1980) e l'interferenza si presenterebbe allo stesso modo sia con parole, sia con immagini (Anderson & Paulson, 1978). Weldon & Coyote (1966) hanno proposto che sia le immagini, sia le parole condividano gli stessi codici semantici, ma che il vantaggio delle prime è da ricercare nella distintività, attenuando l'effetto immagine quando questa caratteristica viene meno, ovvero quando le immagini in questione presentano contenuti estremamente simili. In virtù di tali evidenze, è stato sviluppato il Modello a codice singolo (e.g., Anderson, 1976; Anderson & Bower, 1973; Norman & Rumelhart, 1975; Pylyshyn, 1973, 1981), dal quale emergerebbe che tutte le informazioni siano rappresentate in memoria sotto forma di un codice comune e che l'effetto di superiorità delle immagini sia da attribuire semplicemente ad un'attivazione diversa di un sistema comune. Anche tale modello però non è esente da critiche, infatti Deffenbacher, Carr e Leu (1981) hanno sottolineato come esistano classi speciali di stimoli, come ad esempio i volti umani, che potrebbero addirittura costituire un sistema di memoria a parte. Resta ancora una sfida per i ricercatori stabilire quale sia il modello migliore per spiegare questa sorprendente capacità umana di ricordare così efficientemente le immagini. Nonostante ciò, sono state condotte numerose ricerche per esaminare quali proprietà dello stimolo visivo permettano un ricordo così efficace.

### **1.6.1 Le caratteristiche delle immagini**

Le immagini sono stimoli molto complessi, che racchiudono in sé numerose caratteristiche, le quali possono riguardare aspetti percettivi quali forma, colore, dimensione, ma anche aspetti di natura semantica, come variazioni nel contenuto. In virtù di ciò, i ricercatori si sono concentrati nell'investigare quali siano le qualità che rendono le immagini input così potenti nel produrre tracce mnestiche durature. In primo luogo, figura la distin-



tività. Rispetto ad altri tipi di stimoli, le immagini risultano essere di per sé più distintive. Inoltre, quelle caratterizzate da tratti particolari producono ricordi migliori: scene visive giudicate come "insolite", in un pool di oltre 1000 immagini ritraenti frammenti di vita reale, rimangono molto più impresse (Franken & Rowland 1979), fotografie con elementi comuni generano un ricordo peggiore rispetto a quelle fuori dal comune (Standing, 1973). Anche la localizzazione degli oggetti influenzerebbe la performance di memoria. Infatti, la non comune locazione di un elemento nella scena visiva, generando un alto grado di distintività, produrrebbe un ricordo più vivido (Friedman, 1979). Questo pattern è stato replicato anche con stimoli ritraenti volti umani (Light, Kayra-Stuart & Hollander, 1979). Un viso considerato "insolito" viene memorizzato meglio rispetto ad uno ordinario.

La ragione di ciò potrebbe risiedere nel fatto che, mentre per uno stimolo comune il nostro processo di elaborazione assumerebbe un carattere automatico, di fronte a del materiale inaspettato l'elaborazione risulterebbe più profonda, rendendo quel materiale molto più discriminabile al momento del recupero (Craick, 1981). Tuttavia, l'accuratezza nel riconoscimento può essere facilmente manipolabile attenuando la discriminabilità tra distrattori e target (Goldstein & Chance, 1970; Wyant, Banks, Berger, & Wright, 1972). Oltre alla distintività, un ruolo centrale viene assunto dalla significatività. L'essere umano dispone di risorse cognitive limitate, di conseguenza le informazioni prive di significato e rilevanza sono le prime a cadere nell'oblio. Infatti, stimoli visivi insensati (Malcom, 1956; Clark & Dnoll, 1969; Nagata, 1986) oppure quadri astratti (Koen, 1969; Nelson, 1971) producono delle tracce mnestiche molto deboli, evidenti nella caduta delle performance di riconoscimento. Ovviamente questo aspetto risente ampiamente di differenze interindividuali. Il significato di un'immagine va calibrato in base al partecipante che ne fa esperienza, in quanto ciò che potrebbe essere privo di senso per una persona, potrebbe avere molta salienza per un'altra (Goldin, 1979).

Pensando, inoltre, all'evoluzione della visione umana, non si può non considerare un'ulteriore caratteristica, ossia il colore. L'occhio umano dispone di tre classi di coni i quali sono in grado di rilevare le diverse lunghezze d'onda riflesse dalla luce e quindi di regalarci un mondo colorato. Di conseguenza non è così assurdo pensare come la nostra memoria si sia sviluppata in relazione a questo tipo di proprietà, infatti il ricono-

scimento di frame a colori, rispetto a quelli in bianco e nero, produrrebbe performance migliori (Franken, 1977; Madigan, 1983). Oltre al colore, un buon livello di luminanza (Loftus, 1985) aiuta nelle performance di riconoscimento. Riconoscimento che richiama in causa un'altra proprietà percettiva fondamentale: la segregazione figura-sfondo. Essa può essere definita come il grado in cui l'oggetto centrale "si distingue in modo vivace e suggestivo dal resto dell'immagine" (Franken and Davis, 1975). È stata rilevata una proporzionalità diretta tra questa caratteristica e il tasso di riconoscimento (Franken, 1977), dimostrando come i processi percettivi interagiscano in modo ineluttabile con l'immagazzinamento dell'informazione e il suo recupero (Levie & Hataway, 1988). Considerando sempre l'ecologia dell'essere umano e l'ambiente che abita, raramente siamo esposti a scene statiche. Il movimento può essere prodotto dalle nostre saccadi, dalla locomozione, oppure deriva dagli elementi che dispongono di moto proprio. Di conseguenza, siamo dotati di meccanismi che ci rendono molto efficienti nel riconoscere e memorizzare gli aspetti dinamici della realtà. Confrontando il riconoscimento di immagini in movimento, rispetto a scene statiche, le prime producono una percentuale di accuratezza maggiore.

#### **1.6.1.1 Memoria e contenuto emozionale delle immagini**

In merito alla memoria di riconoscimento per scene naturali, l'emozionalità di uno stimolo giocherebbe un ruolo fondamentale. La vita degli esseri umani è costellata da una vasta gamma di stati emozionali, i quali rappresenterebbero fenomeni complessi da descrivere e una continua sfida per la ricerca. Definire cosa sia un'emozione non è affatto semplice, tant'è che per molto tempo la psicologia cognitiva ha escluso questa tematica dagli esperimenti e dagli studi sulla cognizione, considerando le emozioni dei veri e propri elementi perturbanti. Infatti, da una parte c'è chi le ha descritte come degli eventi disfunzionali (Young, 1943; Johnson-Laird & Oatley, 1988) che interrompono il normale funzionamento psichico, dall'altra invece, c'è chi ne ha sottolineato il ruolo adattativo, concependole come mediatori tra l'organismo e l'ambiente (Scherer 1984; Lazarus, 2006). Un aspetto comune che si evince dalle numerose definizioni proposte risiede nell'aver un corpo che agisce. Pertanto, il corpo risulterebbe centrale durante l'esperienza emozionale, oggetto di numerose variazioni fisiologiche, quali resistenza della pelle, fre-

quenza cardiaca, pressione sanguigna, flusso sanguigno, temperatura cutanea, saturazione dell'ossigenazione nel sangue, motilità gastrica, diametro pupillare, tensione muscolare e altri numerosi aspetti. A livello centrale, il marker elettrofisiologico dell'elaborazione di stimoli con valenza emozionale è la LPP, *Late positive potential*, componente modulata dall'intensità emozionale degli stimoli. Durante paradigmi di visualizzazione di immagini (come quello usato nell'esperimento proposto nel capitolo seguente), emergerebbe un potenziale positivo tardivo più ampio (Cacioppo, Crites, Gardner e Berntson, 1994) massimo sui siti centro-parietali, suscitato intorno ai 300-1000ms, dopo la presentazione dell'immagine. Tale potenziale positivo tardivo è maggiormente pronunciato quando si osservano immagini emozionali (piacevoli o spiacevoli), rispetto a stimoli con valenza neutra, (Palomba, Sarto, Angrilli, Mini, & Stegagno, 2000; Cuthbert et al., 2000), ed è più grande per scene naturali associate ad ampio *arousal* (Schupp et al 2004).

L'esistenza di questi meccanismi sottolinea nuovamente il ruolo adattativo delle emozioni per la specie umana, ma anche per altre specie animali. Attualmente una prospettiva di ricerca ampiamente utilizzata nell'esplorazione di questi fenomeni richiama in causa aspetti di natura motivazionale, considerando le emozioni come il risultato dell'attivazione di due sistemi motivazionali, uno appetitivo e uno avversivo (Lang & Bradley, 1990). Tale attivazione comporterebbe uno stato di preparazione all'azione, riconducibile a pattern di base quali approccio ed evitamento, permettendo al nostro corpo di essere pronto ad agire attraverso una facilitazione dei processi sensoriali e percettivi. I due circuiti motivazionali alla base della risposta emozionale coinvolgono specifiche strutture corticali e sottocorticali, quali amigdala, ippocampo, nucleus accumbens, ipotalamo, corteccia prefrontale, orbitofrontale. Tali nuclei sono organizzati per rispondere in modo automatico a stimoli salienti di natura emozionale, influenzando comportamenti e output motori mediante il rilascio di sostanze biochimiche in grado di modulare i sistemi sensoriali. Inoltre, interagiscono con i sistemi cognitivi di alto livello e sono coinvolti in quei circuiti fondamentali per l'esperienza cosciente. Gli aspetti emozionali e motivazionali ci rendono estremamente competenti nel valutare l'ambiente, nel regolare il nostro stato di attivazione (*arousal*), spingendoci ad azioni confacenti al mondo che ci circonda e consentendoci di modellare il nostro comportamento futuro.

Questo aspetto è centrale nelle teorie evoluzioniste, chiamate così poiché riprendono il pensiero di Charles Darwin racchiuso nelle sue celebri opere: *L'origine delle specie* (1859) e *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali* (1872). Secondo il biologo inglese, le emozioni e le espressioni facciali hanno un ruolo adattativo, un carattere innato e universale, riscontrabile in specie animali diverse e in culture umane differenti. Esse rifletterebero uno stato motivazionale che spinge a comportamenti mirati per la sopravvivenza (D'Urso & Trentin, 1999). Da questa concezione, di natura categoriale, si sono sviluppati filoni di pensiero che hanno attribuito maggior importanza alle emozioni negative rispetto a quelle positive, in quanto garanti della nostra sopravvivenza. Secondo una prospettiva di tipo evoluzionistico, la memoria per le esperienze pericolose sembrerebbe permanere maggiormente nel tempo per renderci più efficienti in futuro, evitandoci situazioni simili (Dolan, 2002). In linea con ciò, Ochsner (2000) ha affermato che materiale con valenza negativa, come ad esempio corpi mutilati, oppure scene di pericolo, possa contenere una quantità di informazioni maggiormente salienti rispetto alle scene positive, come famiglie o cuccioli di animale e quindi renderli più resistenti nel tempo.

Questa prospettiva categoriale ha successivamente lasciato spazio ad una più dimensionale che vede come comuni denominatori dell'esperienza emotiva l'attivazione e la valenza (Russell, 2003). In uno studio condotto da Bradley, Greenwal, Petry & Lang (1992) emerge che l'aspetto che sembra dare un contributo maggiore alla performance di memoria sia proprio il livello di attivazione, piuttosto che la valenza. Pertanto, stimoli associati ad alti livelli di *arousal*, rilevabili mediante le risposte elettromiografiche facciali, come il corrugatore, i muscoli zigomatici, produrrebbero tracce più solide (Greenwald et al., 1989). Un sistema di memoria sensibile al livello di *arousal* è uno strumento di sopravvivenza funzionale. Aspetti della realtà che mobilitano numerose risorse, sia in senso positivo (avvicinamento), sia che invece posseggano una valenza più negativa (fuga) hanno maggior probabilità di essere conservati in memoria, in quanto assumerebbero una rilevanza sostanziale per comportamenti conservativi e protettivi (Bradley et al., 1992). Sono numerosi gli studi che replicano tale pattern, infatti gli eventi legati ad un'attivazione emozionale sono ricordati meglio rispetto ad eventi neutri (McGaugh, 2004), questo vantaggio in direzione dell'emozionalità risulta molto più evidente quando il test di me-

moria è svolto a distanza di settimane, mesi o addirittura ad un anno dalla fase di codifica (Anderson et al., 2006; Ochsner, 2000; Ritchey et al., 2008; Sterpenich et al., 2009; Weymar et al., 2009). Dal punto di vista neurobiologico questo tipo di potenziamento può essere spiegato mediante la trasmissione noradrenergica nel cervello (McGaugh, 2004; Rasch et al., 2009; Weymar et al., 2010), ma anche in virtù di una maggior attivazione dell'amigdala, che possiede un legame diretto con il lobo temporale, in particolar modo con l'ippocampo e con il lobo frontale, aree fondamentali nel consolidamento mnestico (LaBar & Cabeza, 2006)

### **1.6.1.2 Memoria e grado di dettaglio delle immagini**

Elementi da considerare quando si parla di memoria e di immagini sono la ricchezza dello stimolo e la sua complessità. Vi sono numerose prove empiriche che testimoniano come la memoria di riconoscimento delle immagini sia positivamente correlata con la quantità di informazioni contenuta nello stimolo, dunque con la sua ricchezza. Inoltre, aumentando il tempo di esposizione allo stimolo, il soggetto avrebbe l'opportunità di raccogliere una quantità maggiore di dettagli, producendo performance di memoria migliori (Loftus & Bell, 1975; Potter, 1976; Potter & Levy, 1969; Tversky & Sherman, 1975). Ulteriore prova risiede nel fatto che la memoria di riconoscimento per le immagini sia nettamente superiore rispetto a quella per altro materiale (effetto di superiorità dell'immagine), a causa della ricchezza di informazioni racchiuse nello stimolo visivo (Shepard, 1967).

I risultati di vari studi hanno dimostrato che i soggetti sono sensibili sia alle tematiche generali dello stimolo, sia alle caratteristiche fisiche non ritenute essenziali negli stimoli pittorici. Da questi dati emerge che le strategie che i partecipanti possono adottare sono principalmente due: concentrarsi sui dettagli (Buswell, 1935; Berlyne, 1958) ritenuti informativi, oppure allocare le proprie risorse sui contenuti generali (Bahrick & Boucher, 1968), in modo olistico. Esperimenti che analizzano la fissazione oculare hanno dimostrato come i movimenti oculari ricadano su quelle aree ritenute più informative di un'immagine (Antes, Singaas, & Metzger, 1978). A sostegno di ciò si evince che i partecipanti emettono maggiori fissazioni oculari (Loftus, 1972), specialmente nelle porzioni di immagine ritenute maggiormente informative (Antes, 1974; Yarus, 1967). Infatti, Yarus

(1967) ha riscontrato che durante una libera ispezione di un dipinto, le fissazioni oculari sono dirette verso sei punti dello stimolo e nonostante un aumento dell'esposizione allo stesso, i soggetti producono fissazioni negli stessi punti, in quanto ritenuti maggiormente informativi. Cosa però possa essere definito informativo resta complesso stabilire. Secondo Mackworth (1970) "un'area dell'immagine può essere definita informativa nella misura in cui i partecipanti la definiscano tale" come estensione di questa tautologia, si può decretare come informativo quanto permetta di recuperare in modo efficace la traccia generale dell'immagine (Loftus, 1972). Per cui disponiamo di meccanismi che ci consentono di concentrarci sia sulle "caratteristiche globali" che sui "tratti locali", con evidenze sperimentali che testimoniano come le prime vengano processate antecedentemente rispetto alle seconde (Navon, 1977).

Anche se secondo l'opinione comune di fronte ad un'immagine è come se facessimo una fotocopia neurale altamente dettagliata, in realtà però molti particolari vanno perduti (Mandler & Ritchey, 1977). Questo aspetto ovviamente non toglie importanza ai dettagli specifici di un'immagine, i quali possono essere usati come *cue* per un test di riconoscimento, nella misura in cui i partecipanti allochino le loro risorse per codificarli in modo adeguato (Nelson & Loftus, 1980). Un esperimento di Brady, Konkle, Alvarez & Oliva, (2008) ha evidenziato come le persone siano molto efficaci nel memorizzare i dettagli di un'immagine. Infatti, in un test a scelta forzata in cui lo stimolo vecchio condivideva con il nuovo la stessa categoria, o lo stesso oggetto in una posizione differente, le performance di memoria si attestano sull'80%, un risultato davvero sorprendente. Queste due strategie, locale vs globale, sembrerebbero essere dissociate: i partecipanti si avvalgono di un'analisi dettagliata qualora esposti ad un test di rievocazione, mentre per un test di riconoscimento si affiderebbero principalmente alla seconda strategia, usando contenuti più generali (Bahrick & Boucher, 1968). A seguito di questi risultati sperimentali, Loftus & Bell (1975) sono andati a manipolare il grado di dettaglio contenuto negli stimoli visivi per stabilire se vi sia una relazione tra la ricchezza dell'immagine e la performance di memoria in un test di riconoscimento. La durata dell'esposizione a ciascuno stimolo era di circa 100-500ms. Dai dati emerge che le fotografie (stimoli più ricchi e particolareggiati) sono riconosciute meglio rispetto ai disegni (impoveriti in termini di informazioni conte-

nute). La spiegazione di questi risultati è stata fornita dall'ipotesi del cue incidentale di Jenkins, Neale, & Deno (1967), che attribuisce il vantaggio dell'immagine rispetto a materiale verbale, e dunque, della fotografia rispetto ad un semplice disegno, alla ricchezza percettiva, costituita da molti cue, i quali possono essere usati come sonda per un recupero efficace della traccia. Nonostante ciò, Nelson, Meltzer e Redd (1974) e Madigan (1983) hanno dimostrato che non vi siano differenze significative nelle performance di riconoscimento tra fotografie e disegni, sia in test svolti successivamente alla fase di codifica, sia in test ritardati di una settimana. Questi risultati però possono essere letti come conseguenza di un tempo di esposizione allo stimolo più lungo, circa 10 secondi, che consentirebbe di estrarre tutte le informazioni necessarie anche in presenza di una traccia impoverita.

Dagli studi di King (1986), il quale ha adottato come stimoli molti grafici al computer, forme astratte e disegni che variavano nel grado di dettaglio, emerge che le forme riconosciute meglio erano quelle dettagliate, in un test immediatamente successivo alla fase di codifica. Tuttavia, una settimana successiva la memoria era migliore per i disegni tratteggiati, quindi per un *template* più generale, come se i dettagli in memoria lasciasse-ro spazio ad una traccia più generale. In studi più recenti (Wolfe & Kuzmova, 2011), è emerso che manipolando le immagini presentate, in termini di pixel e di risoluzione, la performance di memoria declina proporzionalmente con il diminuire della qualità dell'immagine. Uno stimolo a bassa risoluzione decade velocemente, mostrano un trend molto simile a quanto accade con i processi di categorizzazione (Torralba, 2009), in quanto conoscere quanto vedi e categorizzare correttamente una scena produrrebbe un vantaggio in memoria (Wolfe et al., 2011). Nell'esperimento di Wolfe (2011) è stato chiaramente evidenziato che se dobbiamo fare affidamento ad immagini degradate in memoria, non siamo in grado di abbinare queste alla versione nitida al momento del test. Una prima interpretazione potrebbe dipendere da una classificazione semantica erronea alla comparsa in fase di codifica, quindi un'immagine degradata potrebbe non essere categorizzata correttamente (Bruner & Potter, 1964). Oppure, semplicemente gli stimoli visivi degradati non corrisponderebbero ad un sottoinsieme dell'immagine ad alta risoluzione, che sarebbe dunque insufficiente a richiamare quanto codificato. La ricchezza dello stimolo visivo può essere considerata come intimamente legata alla sua complessità, definita

come il numero di elementi presenti in un'immagine (Pezdek, 1978). Da alcuni esperimenti è emerso che stimoli più complessi producano risultati migliori (Pezdek, 1978), pattern opposto rispetto ad altri studi (Fleming & Sheikhan, 1972). Questi dati vanno necessariamente correlati al tempo di esposizione. Con somministrazioni minori (2 sec), funzionerebbero meglio scene semplici, con tempi maggiori (4 sec), quelle complesse.

## 1.7 Conclusioni

In questo capitolo è stato preso in esame il *testing effect*, quel fenomeno per cui l'atto di recuperare le informazioni dalla memoria produce una conservazione migliore, rispetto al ristabilire le stesse informazioni per un tempo equivalente attraverso il semplice ristudio (Roediger & Butler, 2011). Questa scoperta scientifica ha trovato ampio consenso, attraverso studi che si sono avvalsi di liste di una sola parola (Carpenter & DeLosh, 2006; Rowland & DeLosh, 2014b; Rowland, Littrell-Baez, Sensenig, & DeLosh, 2014; Zaromb & Roediger, 2010), associazioni di stimoli (Allen, Mahler, & Estes, 1969; Carpenter, 2009; Carpenter, Pashler, & Vul, 2006; Carrier & Pashler, 1992; Pyc & Rawson, 2010; Toppino & Cohen, 2009) passaggi in prosa (Glover, 1989; Roediger & Karpicke, 2006b) e materiale non verbale (Carpenter & Pashler, 2007; Kang, 2010). Quest'ultima tipologia di stimoli costituisce il fulcro di questo lavoro sperimentale. Dato che la maggior parte degli studi in merito ha utilizzato materiale prettamente verbale, è nostra intenzione esplorare il fenomeno in un dominio differente: quello delle scene naturali. A tal proposito, è stata presa in esame la memoria, in particolar modo quella di riconoscimento per immagini, che si basa su due processi distinti: la *familiarity* e la *recollection* (Yonelinas, 2002). Inoltre, è emerso come le immagini producano un'accuratezza nel riconoscimento davvero sorprendente, dando luogo ad un fenomeno noto in letteratura come effetto di superiorità pittorica. Essendo le scene visive molto complesse, le caratteristiche che possono essere prese in esame sono molteplici. Ai fini di questo elaborato ci si è prevalentemente soffermati sull'emozionalità e sul livello di risoluzione delle immagini, in quanto sono due aspetti manipolati nell'esperimento contenuto nel capitolo della ricerca. In virtù di quanto riportato, la prossima sezione sarà incentrata sulla parte sperimentale di questo elaborato.





## 2. La ricerca

### 2.1 Obiettivi dello studio

Nel presente lavoro di tesi viene riportata una ricerca sperimentale volta ad indagare il fenomeno del *Testing Effect* usando il dominio delle immagini. I materiali maggiormente adottati in letteratura sono di tipo verbale (Carpenter & DeLosh, 2006; Rowland & DeLosh, 2014b; Rowland, Littrell-Baez, Sensenig, & DeLosh, 2014; Zaromb & Roediger, 2010), di conseguenza, lo studio qui riportato può essere considerato di tipo esplorativo, volto ad indagare il funzionamento della memoria di riconoscimento con scene naturali nel paradigma del *testing effect*. Il paradigma sperimentale adottato a tale scopo è stato sviluppato in tre fasi. Una prima fase di Codifica, una fase di pratica che chiameremo Testing e un'ultima fase di Test *old-new* finale. Le due importanti manipolazioni sperimentali riguardano la variazione del contenuto emozionale degli stimoli, contrapponendo immagini emozionali (piacevoli e spiacevoli) alle neutre e il livello di nitidezza del materiale utilizzato nella fase di testing, che prevede una quota di immagini presentate in modo nitido, una quota invece presentata degradata, eliminando le alte frequenze. Come il tipico paradigma del *Testing Effect* prevede (Carpenter, 2006), tra il primo test e quello finale è stato stabilito un intervallo temporale di una settimana esatta. Nella fase di Testing sono stati acquisiti solo dati comportamentali (Accuratezza), mentre nella fase di *old-new* finale viene registrata anche la risposta elettroencefalica mediante EEG. Abbiamo visto come la manipolazione attiva di informazioni produca un potente beneficio in memoria, rispetto al semplice ristudio (Roediger & Butler, 2011). Pertanto, ci aspettiamo che le

immagini sottoposte al test vengano ricordate meglio, rispetto a quelle non ripresentate nella seconda fase dell'esperimento. Per quanto riguarda la manipolazione del grado di nitidezza dell'immagine, possiamo aspettarci che, in accordo con le teorie dello sforzo del recupero, secondo le quali l'entità del beneficio aumenterebbe al crescere della difficoltà richiesta dal test intermedio (e.g., Jacoby, 1978; Karpicke & Roediger, 2007), essendo il test di riconoscimento con stimoli degradati più complesso, in fase finale dovrebbe esserci un maggior beneficio, rispetto alla presentazione di stimoli completi.

Tuttavia, potrebbe verificarsi anche lo scenario opposto, ossia se dobbiamo fare affidamento ad immagini degradate in memoria, non siamo in grado di abbinare queste alla versione nitida al momento del test finale (Wolfe, 2011). Per questo si potrebbe verificare un evidente vantaggio nel riconoscimento di immagini integre rispetto che degradate.

Inoltre, come confermato da numerosi studi (Anderson et al., 2006; Ochsner, 2000; Ritchey et al., 2008; Sterpenich et al., 2009; Weymar et al., 2009), ci aspettiamo che gli stimoli con contenuti emozionali vengano ricordati meglio, sia al primo test, sia nel test finale, indipendentemente dal livello di nitidezza con cui vengono presentate nella sessione di Testing. Nel secondo incontro, dopo una settimana, vengono registrati dati di natura fisiologica, gli ERPs. Questo tipo di variabile ci consente di stabilire i fenomeni a monte della risposta comportamentale potendo supervisionare l'attività elettroencefalica durante l'esecuzione di un compito. In una prima analisi, è stata evidenziata una componente molto nota in letteratura: LPP (*late positive potential*), ossia un potenziale positivo tardivo più ampio per gli stimoli con contenuti emozionali (Cacioppo, Crites, Gardner e Berntson, 1994) massimo sui siti centro-parietali, suscitato intorno ai 300-1000ms, dopo la presentazione dell'immagine. Tale potenziale positivo tardivo è maggiormente pronunciato quando si osservano stimoli con contenuti emozionali (piacevoli o spiacevoli), rispetto a quelli con valenza neutra, (Palomba, Sarto, Angrilli, Mini, & Stegagno, 2000; Cuthbert et al., 2000), ed è più grande per scene naturali associate ad ampio arousal (Schupp et al. 2004). Inoltre, è stato preso in esame l'effetto *old-new* centro parietale, un potenziale che emerge intorno ai 400/800ms con una positività potenziata per gli stimoli *old* rispetto ai *new* (Johnson, 1995, Rugg & Coles, 1996). In accordo con ciò ci aspettiamo che gli stimoli emozionali elicitino una evidente modulazione della LPP indipendentemente dallo

status in memoria (vecchio/nuovo) e che gli stimoli riconosciuti come già visti producano l'effetto *old-new* centro parietale al confronto con gli stimoli nuovi.

## 2.2 Metodi e Materiali

### 2.2.1 Soggetti

Hanno preso parte allo studio 22 soggetti, di cui 11 maschi e 11 femmine, con un'età compresa tra i 18 e i 27 anni (media = 22, deviazione standard = 2.5). Dalle analisi EEG sono stati esclusi tre soggetti per artefatti di registrazione, per un totale di 19 soggetti, di cui 9 maschi e 10 femmine, tra i 18 e i 27 anni (media = 21.5, deviazione standard = 0.7). Tutti i partecipanti hanno affermato di avere una vista normale, o comunque corretta alla normalità tramite lenti o occhiali. Tutti i soggetti sperimentali hanno visionato e firmato il consenso informato prima di procedere con qualunque prova dell'esperimento.

### 2.2.2 Stimoli

Sono state selezionate in tutto 494 immagini, di cui 14 buffer. Di queste, 180 sono state presentate durante la fase di codifica, successivamente solo 120 sono state riproposte nella fase di Testing, più 120 immagini nuove, *filler*. Nella fase finale, nel test di riconoscimento *old-new*, sono state mostrate 364 immagini, di cui 4 buffer, 180 presentate in codifica, più 180 nuove. Il materiale è stato selezionato dallo IAPS (International Affective Picture System) e da risorse WEB. Di questi 480 stimoli:

- 240 sono neutri, appartenenti a 10 categorie (per cui 24 stimoli a categoria): animali, ambienti esterni, ambienti interni, volti, oggetti, strumenti, ambienti esterni con figure umane, ambienti interni con figure umane, mezzi di trasporto, stanze di casa.
- 120 sono piacevoli, appartenenti a 5 categorie (per cui 24 stimoli a categoria): bambini, scene erotiche, immagini romantiche, animali domestici e sport estremi.
- 120 sono spiacevoli, appartenenti a 5 categorie (per cui 24 stimoli a categoria): paura, disgusto, minaccia, mutilazioni e immagini ritraenti tristezza.



Figura 2.1: Esempi di stimoli utilizzati nell'esperimento

### 2.2.3 Paradigma

I soggetti sono stati sottoposti ad un compito di memoria incidentale, ossia inconsapevoli che dopo una prima fase di Codifica, in cui veniva presentato loro del materiale, avrebbero dovuto sostenere un compito di riconoscimento. Nello specifico nella prima fase di Codifica i partecipanti erano sottoposti alla visione di immagini dinamiche che da degradate diventavano nitide e tornavano ad essere degradate. Il vincolo è stato di non presentare più di tre immagini consecutive con la medesima valenza. L'unica istruzione data ai partecipanti era quella di visionare attentamente queste immagini.

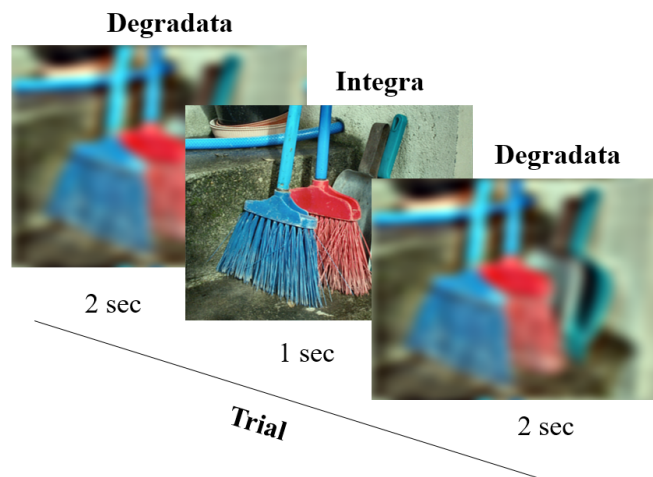


Figura 2.2: Esempio di *trial* utilizzato nella fase 1, quella di Codifica. Immagine dinamica .gif presentata per una durata di 5s, con un effetto di progressione da sfumato→integro→sfumato.

Sono state presentate 190 immagini dinamiche in formato .gif tramite il programma OPENSESAME. Tali stimoli sono stati acquisiti dallo IAPS (International Affective

Picture System) e da risorse WEB. Queste .gif sono state prodotte tramite uno script di MATLAB 2015 (vedi Appendice). Di queste 190 immagini, 10 sono buffer, 5 presentate all'inizio della sequenza e altre 5 presentate al termine, eliminate successivamente per evitare effetti di posizionamento seriale. Ogni *trial* era proiettato con una risoluzione di  $800 \times 600$  megapixel per una durata di 5 secondi, con un ITI variabile tra i 1400-1700ms. Dopo il *trial* 185 è stata introdotta una pausa di 60 secondi per permettere ai partecipanti di riposare, durante la quale lo sperimentatore è entrato in stanza di registrazione per assicurarsi che il soggetto stesse bene. Delle 180 immagini utilizzate ai fini dell'esperimento, 90 presentano contenuto neutro e 90 presentano contenuto emozionale, di cui 45 piacevoli e 45 spiacevoli. Di questa quota soltanto 120 verranno utilizzate per la fase successiva, le rimanenti 60 verranno presentate nuovamente nel test finale a distanza di una settimana. Al termine della prima fase è stato introdotto un intervallo di 15 minuti, in cui veniva richiesto al soggetto di compilare dei questionari (vedi sezione successiva), prima dell'inizio della seconda fase, quella di Testing. La fase di Testing è composta da due sezioni, intervallate da una pausa di 60 secondi, per permettere ai soggetti una partecipazione il più confortevole possibile. Una sezione ha previsto la presentazione di immagini integre e una di immagini degradate. Ai partecipanti è stato richiesto di compiere un compito di riconoscimento *old-new*, tramite la selezione di due tasti contrassegnati da del nastro bianco, sul quale era apposta una "V" per indicare le immagini già viste e una "N" per quelle nuove. Il vincolo in questa fase consiste nella presentazione di non più di tre immagini nuove o vecchie consecutivamente, e non più di tre immagini con la stessa valenza. La mano richiesta per compiere questo tipo di discriminazione è la dominante. Per ciascuna delle due condizioni, integre e degradate, sono state presentate 120 immagini, per un totale di 240 stimoli sperimentali  $800 \times 600$  megapixel. Di queste 240 immagini 120 sono esattamente le stesse presentate nella fase di codifica, di cui 60 sono state mostrate integre e 60 degradate, le restanti erano nuove e per uniformità nel compito 60 sono state presentate integre e 60 degradate. Oltre alla degradazione, è stata variata la valenza del contenuto. Dei 240 stimoli in questione, 120 erano di natura neutra e 120 emozionali, di cui 60 piacevoli e 60 spiacevoli, bilanciati per le condizioni integro e degradato. Il materiale è stato convertito in bitmap, mediante IRFANVIEW e presentato tramite E-PRIME<sup>®</sup>,

per una durata di 1 secondo, in cui i soggetti avrebbero dovuto selezionare il tasto con-  
facente, e con un ITI variabile compreso tra i 1400 e i 1700ms. In questa fase sono stati  
raccolti solo i dati comportamentali (Accuratezza).

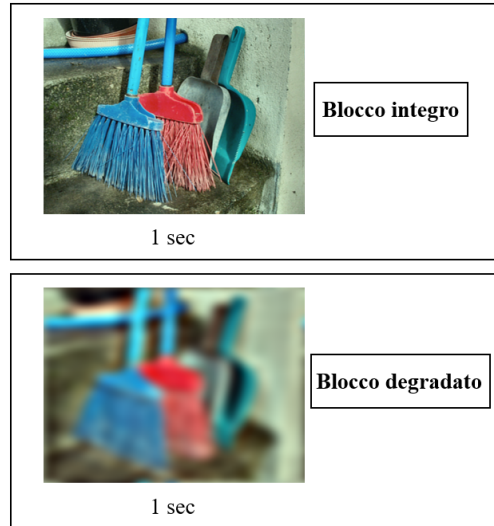


Figura 2.3: Esempi di *trial* mostrati nella fase 2, quella di Testing. I partecipanti dovevano svolgere un riconoscimento *old-new*, selezionando il tasto "V" per gli stimoli già visti e "N" per quelli nuovi.

Al termine della prova, i soggetti sono stati resi nuovamente consapevoli di dover tornare esattamente 7 giorni dopo per non inficiare la prima parte dell'esperimento. Nel secondo incontro sono stati sottoposti ad un Test di riconoscimento *old-new* finale, in questa fase è prevista la rilevazione della variabile fisiologica per comprendere che tipo di strategia di memoria è stata adottata, attraverso l'uso dell'Elettroencefalogramma, oltre alle consuete misure comportamentali (Accuratezza). Sono stati presentati 364 stimoli, di cui 4 buffer, 2 iniziali e 2 finali. Dei 360 stimoli presi in analisi, 180 erano quelli presentati durante la fase di codifica, mentre i restanti erano nuovi. Anche in questa fase permane la manipolazione del contenuto delle immagini, per cui 180 erano neutre, 90 piacevoli e 90 spiacevoli. Esse erano equamente divise per la condizione *old* e *new*. Anche qui il vincolo era di non più di tre immagini nuove consecutive e non più di tre immagini con la stessa valenza. Tutte le immagini erano presentate per 1 secondo, al termine della presentazione appariva una schermata nera di risposta (vedi Figura 2.4). Tutte le immagini presentate erano integre. Al termine dello stimolo 182 è stata eseguita una pausa di 60 secondi, per

permettere ai partecipanti di riposare.



Figura 2.4: Esempio di trial usato nella fase 3, Test *old-new* finale. Dopo la presentazione dell'immagine integra compare una schermata di risposta.

Codifica	Testing Old-new		7 giorni	Old - new finale	
	120 old di cui	120 new di cui		180 old di cui	180 new di cui
- 90 neutre	- 30 integre	- 60 neutre		- 90 neutre	- 90 neutre
	- 30 degradate				
- 45 piacevoli	- 15 integre	- 30 piacevoli		- 45 piacevoli	- 45 piacevoli
	- 15 degradate				
- 45 spiacevoli	- 15 integre	- 30 spiacevoli		- 45 spiacevoli	- 45 spiacevoli
	- 15 degradate				

Tabella 2.1: Ripartizione degli stimoli adottati. In Codifica sono state presentate 180 immagini, di queste solo 120 hanno preso parte al Testing, 60 presentate integre e 60 degradate. Infine, a distanza di una settimana sono state ripresentate le medesime scene presentate in codifica più 180 nuove. Il verde fa riferimento alle immagini neutre, il blu a quelle piacevoli e il rosso a quelle spiacevoli.



### **2.2.4 Procedura**

All'arrivo il soggetto viene invitato a lasciare tutti i suoi effetti personali in una parte della stanza e a mettere i dispositivi mobili in modalità aereo per poter essere libero da ingombri durante ogni fase dell'esperimento e per evitare interferenze con le apparecchiature presenti in laboratorio. Il primo passo, fondamentale, di ciascun incontro, prima di procedere con qualunque parte dell'esperimento è la lettura e la firma del consenso informato, in cui viene spiegato lo scopo generale dello studio e in cui vengono mostrati prototipi di immagini utilizzate nell'esperimento, dato che si tratta di stimoli forti. Dopo questa prima fase, per assicurarci che i partecipanti non siano eccessivamente sensibili a determinati stimoli è stato somministrato il FSS III, Fear Survey Schedule (Wolpe & Lang, 1964) ed è stata compilata una scheda personale in cui si inseriscono informazioni relative all'età, la scolarità, le ore di sonno nella notte precedente, l'uso di farmaci nelle ultime 48 ore, la presenza di patologie psichiatriche o neurologiche remote e presenti, la mano dominante e se la vista fosse normale o corretta alla normalità. Una volta ultimata questa procedura il partecipante era invitato ad accomodarsi nella stanza di registrazione per poter prendere parte alla prima fase, quella di Codifica. Tra essa e il testing è stato adottato un intervallo temporale di 15 minuti, in cui al soggetto era richiesto di compilare due questionari, il QSVV e il VVQ. Finita la pausa, vi era la fase di Testing, al termine della quale al soggetto veniva ricordato l'impegno preso di tornare esattamente la settimana successiva. A distanza di una settimana il partecipante veniva fatto accomodare nella sala di monitoraggio, dopo aver riposto i suoi effetti personali e preparato per indossare la cuffietta EEG. Al termine della preparazione veniva invitato ad accomodarsi nella stanzetta di registrazione per prendere parte al Test old-new finale. Una volta completata l'ultima fase e aver liberato il soggetto dai sensori e dalla cuffietta, veniva richiesto di compilare un questionario post sperimentale con delle domande inerenti all'esperimento, al suo stato durante il compito, a possibili idee relative allo scopo generale del paradigma sperimentale. Una volta consegnato tutto, è stata fornita una spiegazione del lavoro, le motivazioni della ricerca e sono state date risposte alle domande poste dal partecipante.

### **2.2.5 Questionari**

Nel FSS III vengono presentate 24 situazioni spiacevoli e il soggetto deve valutare quanto ne verrebbe turbato. Il questionario valuta la sensibilità a situazioni a contenuto emotivo.

Il VVQ, Verbal-Visualizer questionnaire (Richardson, 1977) è costituito da 15 item a scelta forzata (vero o falso) in cui viene richiesto al soggetto la sua opinione rispetto alla frequenza, facilità o preferenza di comportamenti che prevedono l'uso di parole o di immaginazione.

Il QSSV, Questionario di strategie visive-verbali (Antonietti e Giorgetti, 1993), attraverso 18 item, con risposta di tipo Lickert a 5 punti, permette di ottenere una misura della tendenza ad impiegare nei processi cognitivi strategie o rappresentazioni di tipo visivo o verbale.

### **2.2.6 Registrazione EEG**

La registrazione è stata effettuata con una frequenza di campionamento di 500Hz, attraverso una cuffia, ElettroCap, a 60 canali, riferiti a CZ. L'impedenza è stata mantenuta a 10 k $\Omega$ , il segnale è stato filtrato mediante un filtro passa-banda compreso fra 0.01 e i 30Hz. I movimenti oculari e i *blink* sono stati registrati mediante 4 elettrodi posti intorno agli occhi: 2 orizzontali che registravano i movimenti a destra e sinistra, e 2 verticali che, oltre ai movimenti verso l'alto e verso il basso, registravano i *blink*. Il segnale è stato elaborato mediante EMEGS (Junghofer & Peyk, 2004), sono state effettuate: sottrazione dei movimenti oculari e correzione degli artefatti.

### **2.2.7 Registrazione dei dati comportamentali**

La registrazione comportamentale è stata effettuata, mediante PST E-Prime (Schneider, Eschman, e Zuccolotto, 2002), registrando l'accuratezza. I dati comportamentali sono stati rilevati per entrambe le sessioni sperimentali. Per le analisi statistiche è stato utilizzato SPSS.

## 2.2.8 Disegno sperimentale

Per valutare il ruolo del contenuto emozionale e del livello di nitidezza dell'immagine nella performance comportamentale abbiamo usato un disegno *within-subject*. Essendo l'esperimento diviso in due incontri, le analisi statistiche sono state effettuate sia per la prima sessione sperimentale, sia per la seconda, avvenuta a distanza di una settimana. Nel primo caso è stata utilizzata un'ANOVA univariata  $2 \times 2$ , le cui variabili sono emozionalità e grado di nitidezza. Nel secondo caso è stata adottata un'ANOVA univariata  $3 \times 2$ , in quanto la nostra variabile blocco possiede un livello in più: oltre al consueto integro e degradato abbiamo una quota di immagini che viene presentata solo una volta in fase di codifica, ossia che non prende parte al Testing.

### 2.2.8.1 La Teoria della detezione del segnale

Nella prima sessione sperimentale sono stati presi in esame gli *Hit* e i Falsi allarmi. In riferimento alla Teoria della detezione del segnale, in un compito di riconoscimento *old-new*, come quello adottato in questo esperimento, i possibili esiti di risposta sono quattro (vedi Tabella 2.2):

- *Hit*, quando uno stimolo viene riconosciuto come già visto ed effettivamente è già stato presentato;
- *Correct rejection*, quando il soggetto seleziona il tasto nuovo e lo stimolo in questione è nuovo.

In entrambi i casi il soggetto ha risposto correttamente.

- *False alarms*, si verifica ogni qualvolta si classifichi come vecchio uno stimolo che in realtà non è mai stato presentato prima;
- *Miss* quando il partecipante non riconosce quanto presentato come già visto;

In entrambi i casi il partecipante ha risposto in modo inaccurato.

Per scorporare la quota di rumore, da quella di segnale, è necessario calcolare il  $d'$ , la cui formula è la seguente:

$$d' = z(H) - z(FA)$$

	S + N	N
<b>Old</b>	Hit (H)	False Alarm (FA)
<b>New</b>	Miss (M)	Correct Rejection (CR)

Tabella 2.2: I possibili esiti di risposta in un compito di riconoscimento *Old-New*. S + N corrisponde al segnale grezzo contenente una proporzione di rumore, N corrisponde a rumore.

## 2.3 Risultati

### 2.3.1 Risultati comportamentali nella fase di Testing

Andando ad effettuare le analisi sul livello di accuratezza dei partecipanti, emerge un effetto principale del grado di nitidezza delle immagini [ $F(1,21) = 56.743$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .730$ ]. Il tasso di riconoscimento degli stimoli nitidi è significativamente maggiore rispetto a quello per gli stimoli degradati.

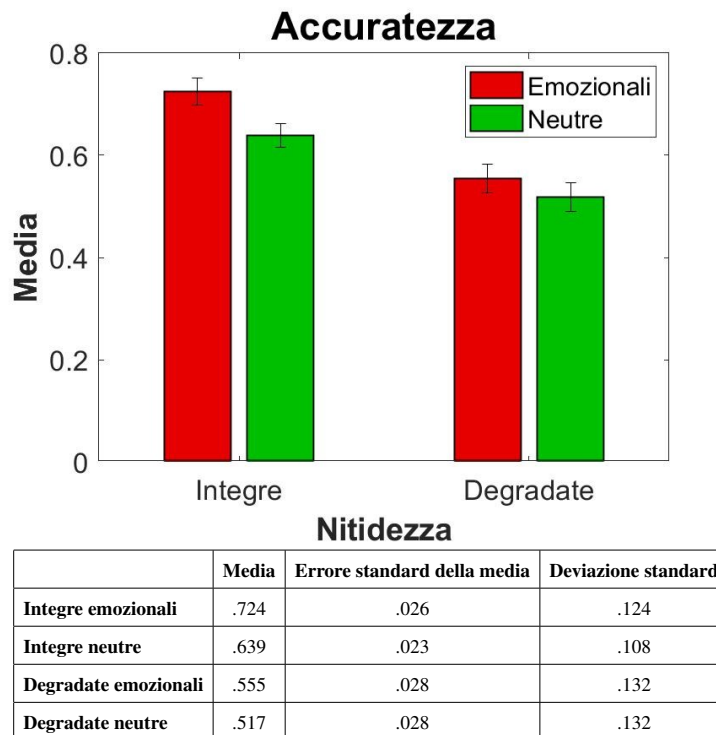


Figura 2.5: Viene riportata l'accuratezza con relativa barra d'errore in un test di riconoscimento *old-new*, condotto 15 minuti dopo la fase di codifica. Gli stimoli sono stati presentati con un diverso livello di nitidezza e contenuto emozionale. In tabella sono riportate le relative statistiche descrittive.

Viene evidenziato inoltre, un effetto principale della valenza [ $F(1,21) = 27.2270$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .565$ ] in direzione dell'emozionalità: con le immagini neutre si rileva una performance peggiore (vedi Figura 2.5). Tuttavia, l'interazione blocco ed emozionalità non risulta significativa.

Questo pattern di risultati viene replicato anche per gli *Hit*, calcolati solo sugli *Old*, in cui nuovamente rileviamo un effetto principale della valenza [ $F(1,21) = 56.5580$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .729$ ] a favore degli stimoli emozionali e un effetto principale del livello di degradazione dello stimolo [ $F(1,21) = 18.095$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .463$ ] ma non vi è alcun effetto di interazione (vedi Figura 2.6). Prendendo in esame i falsi allarmi (Figura 2.6), invece emerge come questi non siano influenzati dalla nostra manipolazione: i soggetti non commettono errori significativamente diversi in virtù di una differente valenza delle immagini [ $F(1,21) = .004$ ;  $p = .953$ ]. Troviamo una leggera significatività in base al blocco [ $F(1,21) = 4.332$ ;  $p = .05$ ,  $\eta_p^2 = .171$ ], sottolineando come ci sia un lieve bias quando le immagini sono degradate rispetto a quando sono integre, ma è un effetto marginale.

Calcolando il  $d'$ , il trend evidenziato dagli *Hit*, resta pressoché invariato, in virtù del fatto che i falsi allarmi rilevati non sono modulati dalla nostra manipolazione sperimentale.

Per cui ritroviamo nuovamente un effetto principale della condizione blocco [ $F(1,21) = 24.581$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .539$ ], con un evidente vantaggio per il riconoscimento di immagini integre e degli stimoli emozionali [ $F(1,21) = 54.507$ ;  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .722$ ], tuttavia l'interazione non è significativa.

	Media	Errore standard della media	Deviazione standard
<b>Integre emozionali</b>	1.02	.190	.893
<b>Integre neutre</b>	.073	.174	.816
<b>Degradate emozionali</b>	-.150	.248	1.161
<b>Degradate neutre</b>	-.938	.215	1.011

Tabella 2.3: In tabella sono riportate le statistiche descrittive relative al  $d'$

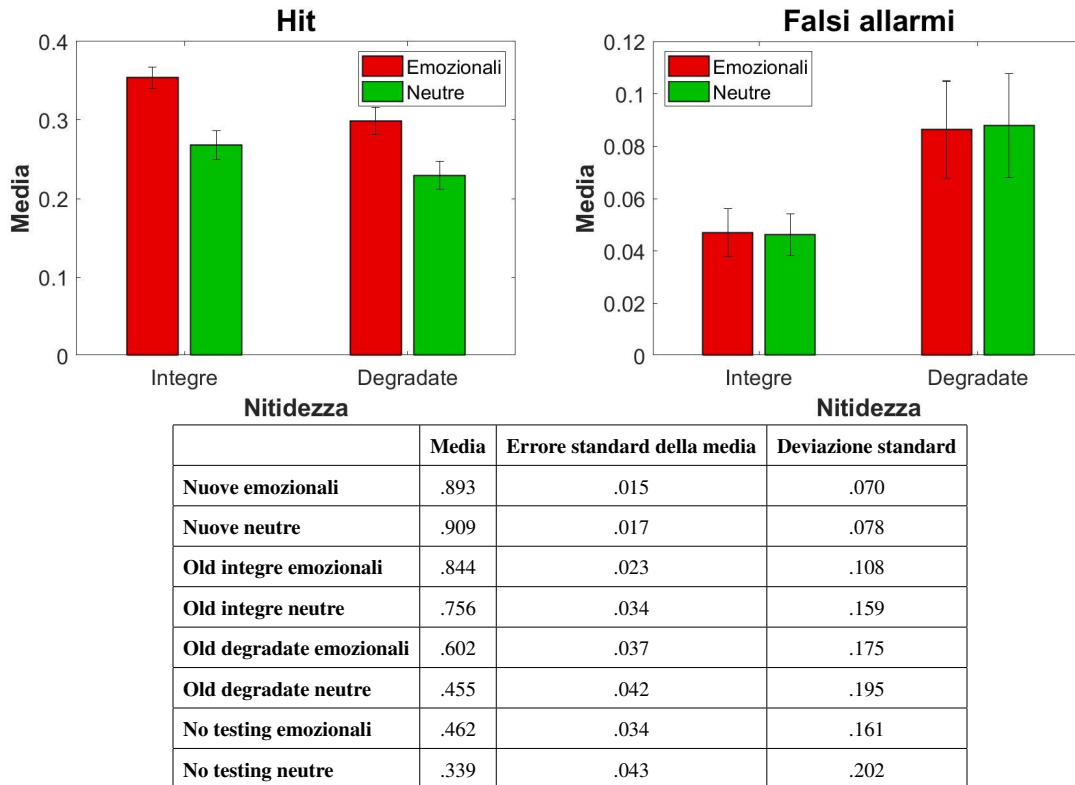
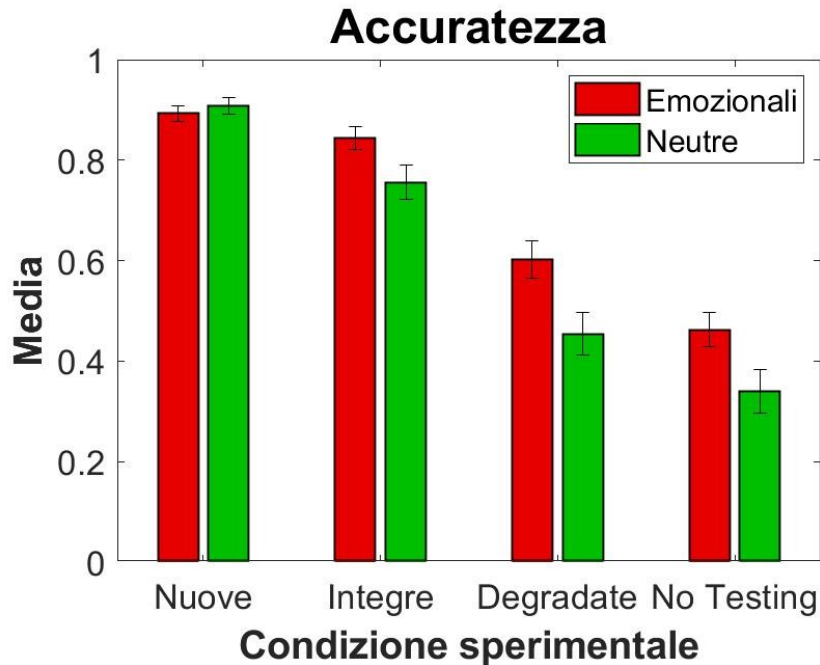


Figura 2.6: A sinistra abbiamo la proporzione media degli *Hit*, a destra quella dei falsi allarmi, con le relative barre d'errore. In tabella sono riportate le relative statistiche descrittive.

### 2.3.2 Risultati comportamentali nel Test di riconoscimento *Old-New*

I soggetti a distanza di una settimana hanno preso parte ad un compito di riconoscimento *old-new*, in cui tutti gli stimoli sperimentali sono stati presentati integri, con la loro risoluzione originale. Tuttavia, di queste immagini, una quota era totalmente nuova, una era stata presentata solo una volta durante la fase di Codifica, una porzione in modo integro e un'altra parte degradata, somministrate durante la fase di Testing. Effettuando l'analisi sull'accuratezza generale, emerge nuovamente un effetto principale del livello di nitidezza dell'immagine [ $F(2,42) = 140.187; p < .001; \eta_p^2 = .870$ ] a favore di quelle integre. Inoltre, come si evince dal grafico (vedi Figura 2.7), anche una traccia estremamente degradata, come quella adottata nella fase di Testing, risulterebbe sufficiente a produrre una miglior performance, qualora confrontata con il pool di immagini presentate soltanto una volta durante la fase di codifica, pertanto il test ha svolto l'effetto auspicato. Nuovamente le immagini con contenuto emozionale hanno prodotto un riconoscimento migliore [ $F(1,21) = 34.203; p < .001; \eta_p^2 = .620$ ]. Sebbene dal grafico sembrerebbe che il ruolo

dell'emozionalità cresca nelle condizioni in cui le immagini sono state presentate in modo degradato, durante il Testing, o una singola volta, durante la Codifica, l'interazione tra valenza e nitidezza non risulta significativa.



	Media	Errore standard della media	Deviazione standard
<b>Nuove emozionali</b>	.893	.015	.070
<b>Nuove neutre</b>	.909	.017	.078
<b>Old integre emozionali</b>	.844	.023	.108
<b>Old integre neutre</b>	.756	.034	.159
<b>Old degradate emozionali</b>	.602	.037	.175
<b>Old degradate neutre</b>	.455	.042	.195
<b>No testing emozionali</b>	.462	.034	.161
<b>No testing neutre</b>	.339	.043	.202

Figura 2.7: Istogramma con proporzione media di accuratezza e la relativa barra d'errore. In tabella sono riportate le relative statistiche descrittive.

### 2.3.3 Risultati elettrofisiologici nel Test di riconoscimento *Old-New*

Dal punto di vista elettrofisiologico è stata presa in esame la modulazione LPP una componente modulata dall'intensità emozionale dello stimolo. È stata rilevata su 9 sensori centro parietali (W500/700): 25, 26, 33, 34, 35, 42, 43, 44 e 60.

Emerge una maggior positività per le immagini emozionali rispetto alle neutre, il che indica una modulazione dell'attività corticale in virtù dell'emozionalità dello stimolo [ $F(1, 18) = 74.272$ ;  $p < .001$ ;  $\eta_p^2 = .805$ ]. È stata calcolata prendendo in esame solo le immagini nuove, che corrisponderebbero al 50% del pool degli stimoli somministrati ai partecipanti, per un totale di 180 scene naturali, di cui 90 neutre e 90 emozionali (45 piacevoli e 45 spiacevoli).

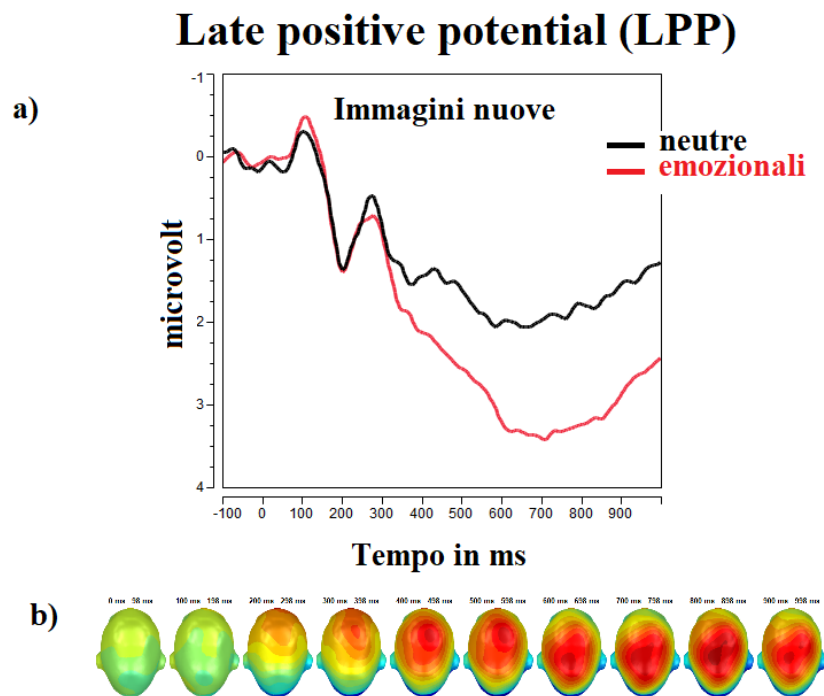


Figura 2.8: **a)** Abbiamo un diagramma cartesiano con il tempo in ascissa e i microvolt in ordinata. La linea rossa corrisponde al potenziale evocato alle immagini emozionali, mentre quella nera fa riferimento alle neutre. Osservando il grafico dopo 300ms dall'*onset* dello stimolo, contrassegnato con il numero 0, emerge una maggior positività per le immagini emozionali rispetto alle neutre. **b)** Topografia dello scalpo a seguito del differenziale tra le immagini neutre ed emozionali. Emerge una maggior positività (rosso) a livello centro parietale. Calcolata su 9 sensori: 25, 26, 33, 34, 35, 42, 43, 44 e 60 (raggruppamento centro parietale).

È stato inoltre calcolato l'effetto *old-new* centro parietale per i *trial* corretti esaminando 12 sensori: 10, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 32, 33, 34, 35 e 60, stimati mediante un differenziale *old-new* maggiore di 0.8 microvolt. Prendendo una finestra da 500/700ms o 400/800ms abbiamo le stesse statistiche.



Dunque, rileviamo un effetto principale della condizione blocco [ $F(3, 54) = 31.389$ ;  $p < .001$ ;  $\eta_p^2 = .368$ ], per cui vi è una maggior positività per le immagini *old* rispetto alle *new*. Infatti, il potenziale evocato alle immagini nuove è diverso da quello evocato alle *old* integre ( $p < .001$ ), alle *old* degradate ( $p = .001$ ) e alle *old* no testing ( $p = .010$ ).

Inoltre, le *old* integre mostrano una maggior positività rispetto alle degradate ( $p = .034$ ), ma non vi è una differenza significativa in termini elettrofisiologici rispetto agli stimoli non presentati nel testing ( $p = .087$ ). Questi dati suggeriscono che nella fase di Testing, c'è una ricostruzione dello stimolo che interagisce con la traccia originale, in particolar modo nel caso dell'immagine degradata. Pertanto, nonostante il compito sia il medesimo, ossia i soggetti devono classificare come vecchi o nuovi gli stimoli che variano in termini di nitidezza, si nota come la degradazione vada a lavorare sulla traccia originale, producendo una performance differente a distanza di una settimana. Abbiamo un effetto principale della condizione emozionalità [ $F(1, 18) = 78.543$ ;  $p < .001$ ;  $\eta_p^2 = .814$ ], con una maggior positività per gli stimoli emozionali rispetto a quelli neutri. Tuttavia, sebbene dal grafico (vedi Figura 2.9) sembrerebbe esserci un'interazione tra la condizione emozionalità e quella "blocco", evidenziata da una maggior positività per le emozionali *old* degradate rispetto alle medesime neutre, questa non è significativa.

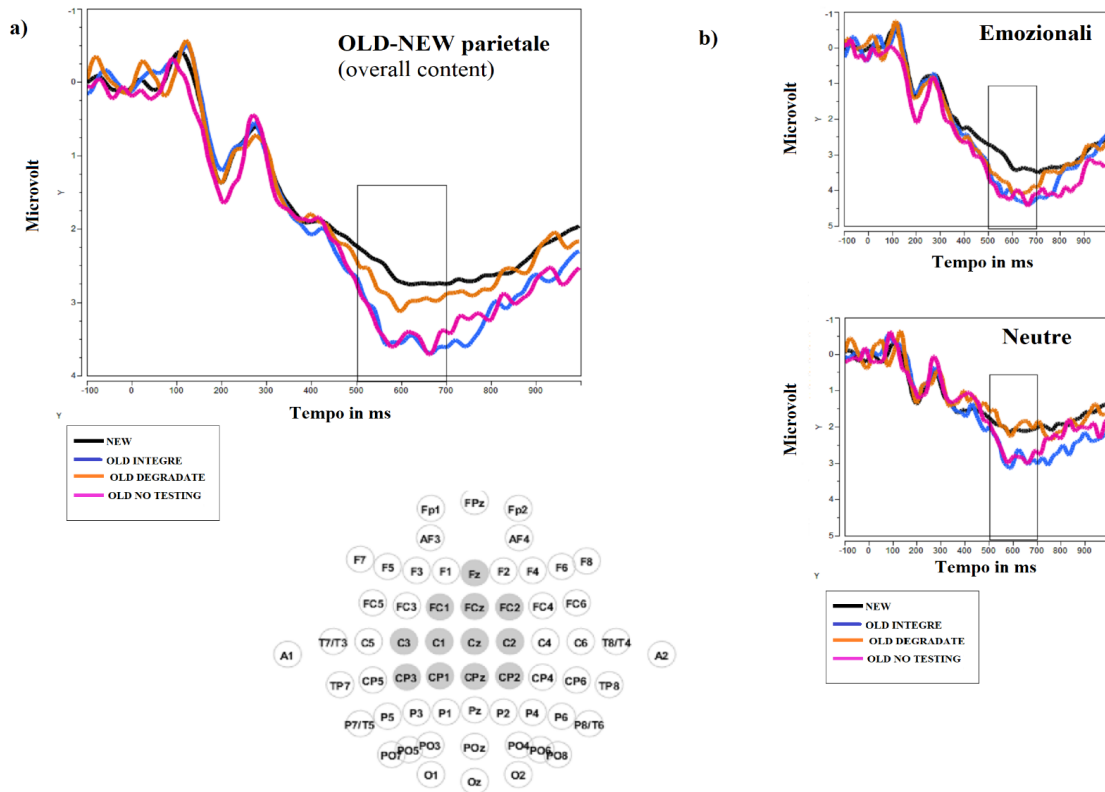


Figura 2.9: **a)** Nel grafico sono riportati i potenziali evocati alle immagini. In ascissa abbiamo il tempo, espresso in ms e in ordinata i microvolt. Abbiamo un effetto *old-new* centro parietale che emerge come una positività potenziata per le immagini *old* (blu, arancione, fucsia) rispetto alle *new* (nero). Inoltre, tra le *old*, notiamo come quelle presentate integre (blu) elicitino una maggior positività rispetto alle *old* degradate (arancione). **b)** Nei due grafici sono riportati i potenziali evento relati in funzione dell'emozionalità. Vi è una modulazione significativa che emerge come una maggior positività per gli stimoli con valenza emozionale.

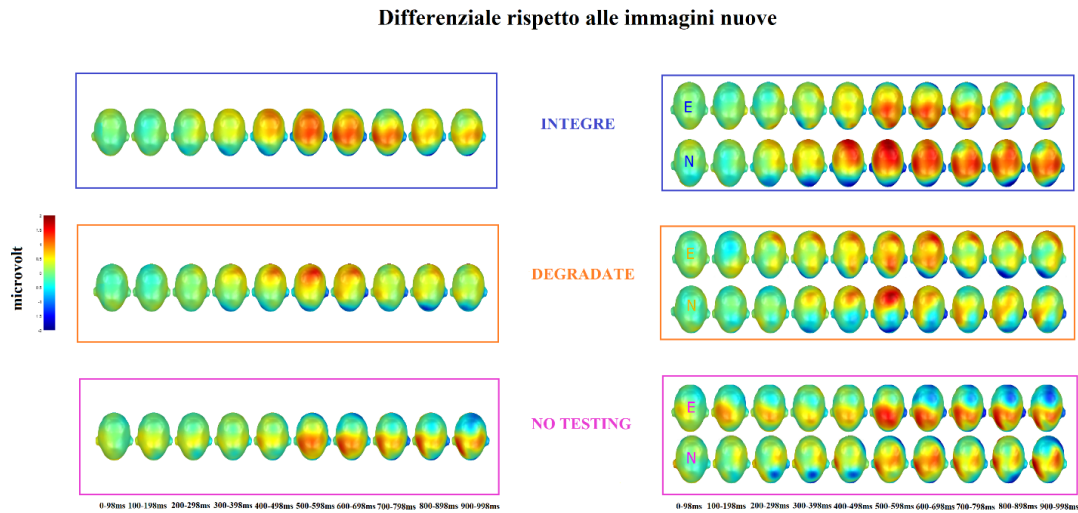


Figura 2.10: Viene riportata la topografia dell'attività cerebrale ricavata dal differenziale tra le immagini vecchie e nuove. A sinistra abbiamo la topografia legata ad un effetto *overall*. Per la condizione integre notiamo una positività potenziata a livello centro parietale nella finestra temporale che va dai 500 ai 700ms. Nella medesima finestra temporale, per le degradate appare una maggior modulazione frontale. Nella condizione no testing emerge comunque un effetto centro parietale. A destra abbiamo l'attività differenziale con le immagini nuove in funzione dell'emozionalità. Nella condizione integre, abbiamo per le immagini neutre un effetto più frontale, mentre per quelle degradate un effetto più parietale, trend replicato per le immagini degradate e nella condizione no testing.



### 3. Discussione

La maggior parte degli studi sul *Testing effect* si è avvalsa di materiale verbale. Di conseguenza, uno dei primi intenti di questo lavoro consisterebbe nel traslare il fenomeno in questione, nel dominio della memoria emozionale per scene naturali. A tal proposito, l'esperimento inserito nell'elaborato è stato sviluppato in tre fasi: codifica, test intermedio e test finale a distanza di una settimana. Le due manipolazioni principali sono state rivolte agli aspetti semantici dello stimolo, variandone il contenuto emozionale e agli aspetti percettivi, andando a valutare come una traccia degradata o integra agisca sulla performance di riconoscimento mnestico. Quest'ultima manipolazione è stata utilizzata per fornire un *cue*, impoverito in termini percettivi, in grado di riattivare la traccia mnestica, senza dover ripresentare il materiale per intero, condizione che assomiglierebbe alla fase di studio con materiale verbale. Infatti, il fenomeno del *testing effect* si verifica attraverso la somministrazione di indizi (i.e. *cue*) che facilitano la rievocazione del materiale (condizione testing), in alternativa al materiale integro (condizione studio).

A tal fine, nella fase di codifica sono state presentate scene naturali dinamiche, in cui si visualizza il passaggio da una traccia impoverita e degradata, mediante l'eliminazione delle alte frequenze, ad un'immagine completamente nitida per poi tornare nuovamente alla versione degradata. L'intento soggiacente è stato quello di creare una sorta di associazione tra *cue* degradato e *target* nitido. Successivamente, i partecipanti hanno preso parte ad un test di riconoscimento, in cui un blocco di stimoli è stato presentato integro e l'altro degradato, ma il compito richiesto era il medesimo, ossia: un esplicito test di riconoscimento vecchio-nuovo.

Questa manipolazione ha rivelato che le immagini degradate, mancando di distintività, non presentano sufficienti dettagli ai quali far riferimento per operare un riconoscimento adeguato. Infatti, l'accuratezza raggiunge la soglia della casualità, per cui i soggetti di fronte ad uno stimolo degradato sono molto incerti nella risposta, nonostante il test fosse stato somministrato soltanto 15 minuti dopo la fase di codifica. Il tasso di riconoscimento aumenta quando l'immagine viene presentata integra, nel suo formato originale, sottolineando come determinati dettagli nella scena visiva siano fondamentali per operare un riconoscimento corretto. Sebbene molti particolari vadano perduti e siano i primi a cadere nell'oblio (Mandler & Ritchey, 1977), alcuni dettagli specifici di un'immagine possono essere usati come *cue* per un test di riconoscimento, nella misura in cui i partecipanti allocano le loro risorse per codificarli in modo adeguato (Nelson & Loftus, 1980) e l'eliminazione di questi provocherebbe una compromissione nella performance, come emerge dal nostro studio.

Da quanto si evince dai numerosi studi sulla memoria umana, il tempo agisce selettivamente sull'oblio, in particolar modo per tutti quegli stimoli che sono neutri, ossia che non presentano elementi salienti. Infatti, andando a manipolare il contenuto emozionale degli stimoli, emergerebbe come le immagini che ritraggono elementi piacevoli, quali scene erotiche, e spiacevoli, come mutilazioni, vengano ricordate meglio rispetto a situazioni dal carattere neutro, come gli interni di una casa. A distanza di una settimana è stata testata nuovamente la memoria di riconoscimento per scene naturali, mostrando ai partecipanti tutte le immagini presentate in codifica, intervallate da stimoli nuovi, mai somministrati prima. In questa fase le scene naturali sono state presentate nel loro formato originale ed è stata analizzata la proporzione di accuratezza in funzione della condizione: emozionalità e nitidezza, includendo anche quella quota di immagini che non ha preso parte al test intermedio, ma che è stata mostrata solo una volta in codifica. Le ipotesi riguardo questa manipolazione hanno richiamato in causa le *Teorie dello sforzo del recupero*, secondo le quali l'entità del beneficio prodotto dal test aumenterebbe al crescere della difficoltà richiesta dal test intermedio (e.g., Jacoby, 1978; Karpicke & Roediger, 2007). Pertanto, un test di riconoscimento con stimoli degradati, risultando più complesso, in fase finale avrebbe dovuto produrre un maggior beneficio, rispetto alla presentazione di

stimoli completi. Tuttavia, si è verificato lo scenario opposto, in quanto la performance di riconoscimento per gli stimoli degradati era ampiamente inferiore rispetto agli stimoli integri. Questo risultato potrebbe riflettere il fatto che le immagini degradate in memoria non corrispondano ad un sottoinsieme delle immagini nitide, non consentendoci di abbinare il *cue* degradato alla versione nitida al momento del test finale (Wolfe, 2011). Nonostante ciò, presentare un *cue* impoverito in termini percettivi va ad agire sulla traccia di memoria, andando ad arricchirla e producendo comunque un tasso di riconoscimento maggiore rispetto a quanto emerge con la quota di immagini presentata solo una volta in codifica. L'aspetto singolare è che il tasso di riconoscimento rilevato con questa porzione di immagini è estremamente basso, circa il 40%, specialmente se confrontato con i dati presenti in letteratura. In condizioni ottimali la memoria di riconoscimento per immagini risulta davvero sorprendente (Nickerson, 1968; Standing, Conezio e Haber, 1970; Standing, 1973), dando luogo ad un fenomeno noto in letteratura come *effetto di superiorità pittorica*. I risultati ottenuti suggeriscono che il formato della codifica, utilizzato nell'esperimento, ossia un'immagine sfocata, ossia impoverita di dettagli, che diventa nitida per poi sfocarsi nuovamente, generi un profondo decadimento, andando a depotenziare la forza dell'immagine come stimolo sperimentale in un test di memoria. Questo potrebbe essere legato al fatto che presentare un'immagine integra in un formato dinamico tra due versioni degradate della stessa possa produrre effetti di interferenza proattiva e retroattiva: fenomeni in cui l'elaborazione cognitiva è meno accurata a causa di processi competitivi. Nello specifico la prima si verificherebbe ogni qualvolta che le informazioni apprese in precedenza interferiscano con quelle che abbiamo appena appreso e la seconda quando le informazioni appena acquisite non consentano di richiamare quelle apprese in precedenza.

Coerentemente con la letteratura (Anderson et al., 2006; Ochsner, 2000; Ritchey et al., 2008; Sterpenich et al., 2009; Weymar et al., 2009), l'emozionalità gioca un ruolo centrale: gli stimoli con contenuto emozionale resistono maggiormente all'oblio. Dai dati comportamentali si evince come il vantaggio per le immagini emozionali rispetto alle neutre cresca al crescere della difficoltà del compito, nonostante l'interazione tra le condizioni sperimentali non risulti significativa, probabilmente a causa della numerosità campionaria

ridotta. In questa sessione sperimentale è stata rilevata anche la variabile psicofisiologica, nello specifico i partecipanti sono stati sottoposti a registrazione elettroencefalografica. Sono stati analizzati i potenziali evento relati, ossia le modificazioni dell'attività elettrica cerebrale registrate in risposta agli stimoli adottati nell'esperimento, solo per quei trial in cui il partecipante ha risposto correttamente. È stata estratta la componente LPP, *late positive potential*, un potenziale positivo tardivo più ampio alla presentazione dell'immagine (Cacioppo, Crites, Gardner e Berntson, 1994) massimo sui siti centro-parietali, suscitato intorno ai 300ms dalla comparsa dello stimolo che può permanere oltre i 1000ms. Tale componente è maggiormente pronunciata quando si osservano immagini emozionali (piacevoli o spiacevoli), rispetto a stimoli con valenza neutra (Palomba, Sarto, Angrilli, Mini, & Stegagno, 2000; Cuthbert et al., 2000), ed è più ampia per scene naturali emozionali associate ad ampio *arousal* (Schupp et al 2004), che risulta il parametro emozionale più critico nella modulazione di questa componente. Nel presente studio, la LPP elicitata dalla visione delle immagini è ampiamente modulata dal contenuto emozionale, sia per stimoli giudicati come vecchi sia per le nuove immagini, a dimostrazione del fatto che il contenuto emozionale viene elaborato indipendentemente dal compito esplicito di memoria o dalla corrispondenza dello stimolo in memoria. Inoltre, è stato rilevato l'effetto *old-new* centro parietale (Rugg, Allan, Birch, 2000; Rugg, Walla, Schloerscheidit, Mark, 1988) un potenziale che emerge intorno ai 500/700ms con una positività potenziata per gli stimoli *old* rispetto ai *new* (Johnson, 1995, Rugg & Coles, 1996), marker elettrofisiologico della *recollection*. Nell'esperimento riportato nell'elaborato figurano tre tipologie diverse di immagini *old*: quelle che prendono parte al test intermedio con un formato integro, quelle che invece vengono riproposte degradate e infine quelle che compaiono solo una volta in codifica. Le immagini *old* integre così come le immagini *old* ma non sottoposte al testing elicitano un potenziale significativamente diverso rispetto agli stimoli nuovi, in linea quindi con la modulazione dell'*old-new* parietale. Le immagini accuratamente riconosciute come *old* ma sottoposte al testing in versione degradata mostrano invece una modulazione *old-new* molto più attenuata. Inoltre, per quanto non emerga una interazione significativa tra le condizioni di testing e l'emozionalità dello stimolo, il *grand-average* dei potenziali evocati sembra suggerire che l'attenuazione dell'*old-new*



per le immagini degradate sia più evidente per gli stimoli neutri rispetto a quelli emozionali. L'osservazione della topografia dello scalpo inoltre sembra suggerire un maggior coinvolgimento delle aree più frontali in risposta agli stimoli *old* degradati, anziché parietali, in linea con la distinzione tra processi di riconoscimento (memoria episodica, effetto *old-new*) e processi di familiarità, entrambi in grado di guidare il riconoscimento di uno stimolo. A supporto dell'esistenza di questi due differenti processi, è stato evidenziato da dati neuropsicologici e di *neuroimaging* che i substrati neurali implicati sono parzialmente distinti: la *recollection*, quindi la componente più episodica, recluterebbe l'attivazione dell'ippocampo, mentre la *familiarity*, componente più semantica, risulterebbe localizzata nelle regioni adiacenti allo stesso, come la corteccia entorinale e peririnale (Yonelinas, 2002). Questo tipo di dissociazione è supportata anche da una differente attività elettrofisiologica. Un primo effetto rilevato in un compito di discriminazione *old-new* è legato alla FN400, una negatività potenziata per item nuovi rispetto a quelli riconosciuti come vecchi, localizzata frontalmente intorno ai 300/500ms (Friedman & Johnson, 2000), *marker* elettrofisiologico del riconoscimento basato sulla *familiarity*, ma non sensibile alla *recollection* (Curran & Clearly, 2003). La modulazione *old-new* parietale invece rifletterebbe processi mnestici legati ad una forma di ricordo più dettagliata e ricca di particolari contestuali.

Unendo i risultati comportamentali con quelli di natura fisiologica si può osservare come la performance di riconoscimento possa essere ascrivibile a modulazioni di natura quantitativa e qualitativa. Un partecipante quando si trova a dover stabilire se l'immagine presentata sia già vista o nuova imposta un criterio di decisione che può essere di tipo conservativo, rispondendo di aver già visto l'immagine solo quando ne ha la certezza e commettendo un numero più ampio di omissioni, oppure una tendenza all'azzardo che comporterebbe un maggior numero di falsi allarmi. Dal punto di vista qualitativo i processi cognitivi che intervengono nel riconoscimento sono due: la *familiarity* e la *recollection*. Nel primo caso si ha una vaga sensazione di aver già fatto esperienza con lo stimolo presentato, mentre nel secondo il ricordo risulterebbe ricco di particolari contestuali (Yonelinas, 2002). Di conseguenza, di fronte al medesimo output comportamentale, ossia la classificazione di un item come vecchio o nuovo in modo corretto, i processi soggiacenti

potrebbero essere differenti. I dati ottenuti suggeriscono che l'attenuazione dell'effetto *old-new* centro parietale per le scene degradate possa riflettere un senso di familiarità con lo stimolo, piuttosto che la rievocazione di una traccia ricca di dettagli, e questa traccia impoverita potrebbe essere la conseguenza della manipolazione effettuata in fase di testing, che anziché rafforzare la traccia originale dello stimolo, l'ha invece modificata.

Gli sviluppi futuri di questo filone di ricerca potrebbero in primis riguardare la numerosità campionaria, ossia reclutare un maggior numero di partecipanti per aumentare il rapporto segnale rumore. In secundis, si potrebbe agire sul materiale adottato in codifica, utilizzando immagini di tipo statico piuttosto che dinamico ed esaminare sia i correlati fisiologici che comportamentali, in virtù di tale modifica.



## **A. Questionari**

## 1. Consenso informato



**UNIVERSITÀ  
DI PARMA**

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA  
UNITÀ' DI PSICOLOGIA**

Via Volturmo, 39 - 43100 Parma - Italia

**Consenso informato**

Prima di decidere liberamente se vuole partecipare a questo studio, **LEGGA ATTENTAMENTE** questo consenso informato e ponga al responsabile della ricerca tutte le domande che riterrà opportune al fine di essere pienamente informato degli scopi, delle modalità di esecuzione dell'esperimento e dei possibili inconvenienti connessi. La preghiamo di ricordare che questo è un progetto di ricerca e che la sua partecipazione è completamente volontaria. Lei si potrà ritirare in qualunque momento. Ogni informazione che otterremo da lei, inclusa la sua identità, sarà mantenuta riservata.

**SCOPO DELLO STUDIO**

La ricerca ha lo scopo di studiare come il nostro cervello reagisce a stimoli visivi, come fotografie di scene naturali. Alcune immagini potranno raffigurare scene ad alto contenuto emotivo, quali scene erotiche, animali feroci e incidenti.

Lo sperimentatore le mostrerà degli esempi di queste immagini prima che lei firmi questo modulo.

L'esperimento consta di due incontri che si terranno a distanza di una settimana l'uno dall'altro. Tra il primo e il secondo incontro le verrà richiesta una disponibilità di circa 3 ore. Durante il secondo incontro le verrà chiesto di indossare una cuffia per la registrazione dell'attività cerebrale (segnale elettroencefalografico) mentre guarderà queste immagini. Le ricordiamo che in caso lei avesse bisogno di delucidazioni su qualunque aspetto della procedura sperimentale, il responsabile della ricerca è la Prof.ssa Vera Ferrari, [vera.ferrari@unipr.it](mailto:vera.ferrari@unipr.it), che insieme ai suoi collaboratori, sarà a Sua completa disposizione. Se è d'accordo a partecipare a questo studio, firmi e scriva il suo nome in stampatello qui sotto. La sua firma indica che ha letto le informazioni riportate sopra e che ha deciso di partecipare volontariamente allo studio.

Data \_\_\_\_\_ Nome in stampatello \_\_\_\_\_

Firma del partecipante \_\_\_\_\_

Firma del responsabile \_\_\_\_\_

Tel.: 0521 904946 Fax: 0521 903900 E-mail: [vera.ferrari@unipr.it](mailto:vera.ferrari@unipr.it)

## QUESTIONARIO 6 (FSS)

**ISTRUZIONI:** Le voci di questo questionario si riferiscono a cose o esperienze che possono causare paura o altri sentimenti spiacevoli. Metta una X nel quadrato che meglio descrive quanto ne sei turbato/a

		Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto	Moltissimo
1.	Ferite aperte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Gente morta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Vedere una persona che fa la prepotente con gli altri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Farsi fare delle iniezioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Cimici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Insetti volanti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Vedere altre persone che ricevono iniezioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Armi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Sporcizia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Insetti che strisciano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.	Sangue	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.	Ampi spazi aperti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.	Malati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.	Assistere ad un intervento chirurgico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.	Luoghi chiusi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.	Serpenti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.	Extrasistole (perdita di un battito cardiaco)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.	Topi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.	Ragni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.	Pipistrelli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

21.	Vista di coltelli o oggetti affilati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.	Luoghi elevati da terra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.	Sentirsi un insetto addosso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24.	Trovare uno scarafaggio in casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**"VERBALIZER-VISUALIZER QUESTIONNAIRE" (VVQ)**

di A. Richardson

*«Legga con attenzione ciascuna delle affermazioni sotto riportate.*

*Per ogni affermazione croci –facendo riferimento alle Sue preferenze, alle Sue opinioni e a quanto da Lei abitualmente compiuto- la risposta 'vero' o 'falso'».*

1. Mi piace compiere lavori che richiedono l'uso di parole

VERO      FALSO

2. I miei sogni ad occhi aperti sono talvolta così vividi da avere la sensazione di vivere realmente la scena che sto immaginando.

VERO      FALSO

3. Mi piace imparare nuove parole.

VERO      FALSO

4. Riesco facilmente a trovare sinonimi di parole.

VERO      FALSO

5. Le mie capacità di immaginazione visiva sono superiori alla media.

VERO      FALSO

6. Sogno raramente.

VERO      FALSO

7. Leggo piuttosto lentamente.

VERO      FALSO

8. Trovo difficile, chiudendo gli occhi, costruirmi un'immagine mentale del volto di un amico.

VERO      FALSO



9. Credo che nessuno riesca a pensare in termini di immagini.

VERO      FALSO

10. Preferisco leggere le istruzioni su come fare qualcosa piuttosto che avere qualcuno che me lo mostri.

VERO      FALSO

11. I miei sogni sono estremamente vividi.

VERO      FALSO

12. Ho una fluidità nell'usare le parole superiore alla media.

VERO      FALSO

13. I miei sogni ad occhi aperti sono piuttosto indistinti e sfuocati.

VERO      FALSO

14. Passo pochissimo tempo a cercare di arricchire il mio vocabolario.

VERO      FALSO

15. Il mio pensiero spesso è costituito da immagini mentali.

VERO      FALSO

**"QUESTIONARIO  
SULLE STRATEGIE VISIVE E VERBALI" (QSVV)**  
di Antonietti e Giorgetti

*«Legga con attenzione ciascuna delle affermazioni riportate nelle pagine successive. Tutte le affermazioni sono diverse anche se alcune a prima vista possono sembrare identiche.  
Per ogni affermazione stabilisca in che misura è Sua abitudine compiere quanto da essa descritto. A tal fine, attribuisca a ciascuna affermazione un punteggio da 1 a 5 secondo la seguente scala:*

*punteggio 1 = corrisponde a valori molto bassi  
punteggio 2 = corrisponde a valori bassi  
punteggio 3 = corrisponde a valori medi  
punteggio 4 = corrisponde a valori alti  
punteggio 5 = corrisponde a valori molto alti*

*Segni sulla scala riportata sotto a ciascuna affermazione la casella che corrisponde alla Sua risposta.  
Tenga presente che l'abitudine o la mancanza di abitudine a compiere ciò che è descritto in ciascuna domanda non hanno nessun rapporto con le abilità intellettive .  
Ogni stile di pensiero ha una propria validità e non vi è nessuna graduatoria di merito al riguardo».*

1. Dovendo memorizzare un numero telefonico mi raffiguro nella mente le sue cifre.

1    2    3    4    5

2. Quando ascolto o leggo qualche parola particolare, mi vengono in mente immagini che si riferiscono a quella parola.

1    2    3    4    5

3. Quando richiamo dei contenuti memorizzati, mi tornano alla mente le parole esatte con cui essi erano riportati nel testo.

1    2    3    4    5

4. Dovendo utilizzare o mettere in funzione un oggetto o uno strumento, preferisco avere a disposizione una sequenza di illustrazioni che spieghi le operazioni da compiere.

1    2    3    4    5

5. Spesso trovo la soluzione di un problema usando formule matematiche, principi logici o concetti astratti.

1    2    3    4    5

6. Quando qualcuno mi racconta qualcosa, mi si imprimono in mente le immagini visive di quanto mi sta riferendo.

1    2    3    4    5

7. Prima di addormentarmi, mi capita di ripetere mentalmente fatti della giornata.

1    2    3    4    5

8. Non mi ricordo dove ho posato un oggetto. Visualizzo mentalmente le azioni che ho compiuto in precedenza o i luoghi in cui sono stato al fine di individuare il possibile posto in cui è ora l'oggetto.

1    2    3    4    5

9. Quando devo andare in un luogo che non so dove si trovi e chiedo informazioni ad un passante, memorizzo le informazioni verbali che il passante mi dà.

1    2    3    4    5

10. Quando leggo un racconto, immagino visivamente la situazione e i personaggi descritti.

1    2    3    4    5

11. Mi capita di compiere mentalmente dei discorsi su situazioni future.

1    2    3    4    5

12. Quando mi descrivono un fenomeno o un fatto, gradisco che me lo presentino esclusivamente in termini verbali, a voce o per iscritto.

1    2    3    4    5

13. Quando devo disegnare un oggetto, ripeto mentalmente le sue caratteristiche.

1    2    3    4    5

14. Mi piace risolvere giochi enigmistici di tipo verbale come le parole crociate, gli anagrammi, i crittogrammi, ecc.

1    2    3    4    5

15. Quando devo recarmi con i mezzi di trasporto in un luogo noto, mi creo nella mente l'immagine dell'itinerario da compiere e il percorso che percorrerò con i vari mezzi.

1    2    3    4    5

16. Quando studio cerco di fissare nella mente le espressioni verbali relative alla situazione – per esempio un fenomeno fisico, un fatto storico, un ambiente geografico – che è descritta nel testo.

1    2    3    4    5

17. Dopo aver ascoltato la descrizione relativa ad una persona che non conosco, ricordo l'immagine che mi sono fatto del suo aspetto.

1    2    3    4    5

18. Quando devo memorizzare qualcosa, cerco di formare immagini o associazioni di immagini.

1    2    3    4    5

Script di MATLAB

```
degrad = 4.5;
intact = 8.0;
nsteps = 20;
step = (intact-degrad)/(nsteps-1);
levels = [degrad:step:intact];

ExpTime = 0.1;
ExpTime1 = 2;
ExpTime2 = 2;
ExpTimeMid = 1;
MidPic =nsteps +1;

%%%%%%%% end config
```

La prima parte definisce la degradazione minima e massima, e gli step tra l'una e l'altra; in questo caso parte da 4.5, arriva a 8, e fa un totale di 20 immagini.

La seconda parte invece definisce il timing del video

exptime1 è la durata della prima immagine (la più degradata)

exptime2 è la durata dell'immagine finale (di nuovo la più degradata)

exptimemid è la durata dell'immagine a metà (quella intatta)

e midpic definisce qual è l'immagine intatta (il numero di step +1)

exptime e basta (senza mid, 1 o 2) è la durata di tutti gli altri frame

please cambia la riga MidPic = 21

MidPic =nsteps +1;



# Ringraziamenti

Ringrazio in primo luogo la Professoressa Vera Ferrari per avermi dato l'opportunità di vivere una vera e propria esperienza di ricerca, partendo dalle primissime fasi, sino alla realizzazione vera e propria di un progetto sperimentale. La ringrazio per avermi spinto oltre la mia comfort zone, per avermi messo alla prova, facendo emergere risorse che nemmeno io ero consapevole di avere. Sicuramente questo percorso mi ha arricchito sotto tanti punti di vista, non solo professionalmente.

Ringrazio il Professor Leonardo Fogassi per aver accettato di essere il controrelatore di questo elaborato, per i suoi insegnamenti riguardo i fondamenti neurofisiologici dell'attività mentale, disciplina fondamentale per uno psicologo.

Una quota importante di ringraziamenti va ad Alessio, il mio fidanzato. Ci siamo conosciuti quando ero ancora una liceale e da quel momento, mano nella mano, viviamo assieme i nostri piccoli grandi traguardi. Questa laurea non sarebbe stata possibile senza il suo supporto, mi ha saputo incoraggiare e sostenere come nessun altro, per questo gli dedico tutto.

Un ringraziamento speciale va a mio padre Giuseppe e a mia madre Milena. Nonostante siano stati due anni complicati, sia dal punto di vista umano, che dal punto di vista economico, hanno agito secondo il motore che spinge la nostra famiglia: il sacrificio, che condito con tanta forza di volontà, ci ha portato sempre ad esiti positivi, non raramente sorprendenti. Quindi questo lavoro lo devo molto ai miei genitori, che dietro le quinte mi hanno permesso di essere la protagonista di questa formazione.

Come si sa ogni protagonista non è tale se non ha degli aiutanti e in questo percorso ne

ho avuti molti. Andando per ordine, ringrazio mia sorella Rosita, per avermi supportato durante questo percorso universitario e di tesi. Mi ha fatto da manager nella ricerca e nell'organizzazione delle persone che hanno preso parte all'esperimento, è stata fenomenale. Grazie.

Un ringraziamento va anche a Davide, che ha indirizzato fauna informatica verso il laboratorio di psicofisiologia permettendomi di raggiungere un campione adeguato ai fini sperimentali.

In questo non posso non riconoscere il contributo di Giulia C., che prima di partire per Costanza, mi ha lasciato una lista di possibili soggetti. Grazie di cuore, ma grazie specialmente a tutti coloro che hanno partecipato alla mia ricerca, senza i quali non sarebbe stato possibile tutto questo, mi hanno dato la loro disponibilità per due incontri a distanza di una settimana, è bello vedere che nonostante le nostre vite frenetiche, c'è chi si è offerto per aiutarmi, o per semplice curiosità e amore per la scienza.

Aiutanti speciali sono stati mia zia Clara, con suo marito Carmine. Sì sono rivelati zii attenti e disponibili, premurosi e interessati con cuore al mio percorso. Un ringraziamento anche alla mia dolce cugina Alice, perché ha quel sorriso che ti fa dimenticare di qualunque problema.

Ringrazio gli aiutanti del laboratorio di psicofisiologia, in particolar modo la mia collega Francesca a cui va tutta la mia stima, come persona e come professionista. I mesi trascorsi insieme mi hanno permesso di conoscere una ragazza davvero speciale e le dedico con il cuore il futuro radioso dei suoi sogni.

Augurio che rinnovo a coloro che con me hanno condiviso gioie e dolori durante questo percorso. Giulia M. e Marika siete state due compagne di viaggio meravigliose.

Devo dire grazie alla mia coinquilina Teresa. Ha passato pomeriggi a consolarmi, a prepararmi caffè, tè, tisane. Ha ascoltato le mie lamentele, ha gioito con me nei momenti migliori. È una ragazza davvero in gamba, ne approfitto della circostanza per dirle che le voglio bene e che sono sicura che una volta trovato il suo nord, farà tantissima strada.

Adesso arrivano i ringraziamenti più difficili. Un grazie enorme va a mia nonna Nunzia e a mio nonno Vittorio, che quest'estate ha deciso di volare via e guardare tutto da un'altra prospettiva. Hanno davvero partecipato come coprotagonisti in questo percorso



di Laurea Magistrale. Mi hanno tranquillizzata con le loro gag comiche di liti che solo due persone sposate da 55 anni possono fare. Mi hanno insegnato cosa vuol dire amare e mettere passione nella vita. Mia nonna Nunzia è sempre stata molto premurosa con me, abbracciandomi e capendo senza troppe parole quando ero stanca o demoralizzata. Mio nonno, che personaggio, mi porto nel cuore i suoi complimenti per l'esito dell'ultimo esame: le ultime parole che ci siamo scambiati. Nella mia mente, come un mantra, ricorderò per sempre il suo invito a farmi onore e a pensare come prima cosa alla realizzazione personale e solo in secondo luogo il compenso economico, non a caso ho scelto psicologia.

Infine, come in ogni fiaba che si rispetti, c'è sempre un antagonista. Potrei attribuire questo spiacevole ruolo agli imprevisti, agli ostacoli di vita e alle piccole peripezie di ogni giorno, ma sarebbe troppo facile. In questo caso sono stata io la principale antagonista di me stessa. Sicuramente mi devo delle scuse per essermi spesso sottovalutata, autosabotata, per non aver creduto abbastanza in me. In questa circostanza, però ci tengo a lasciare da parte le critiche e voglio riconoscermi i meriti che mi spettano. In questi due anni ho viaggiato ai 200 all'ora senza sosta. Ho fatto pendolare, lavorato, dato tutti gli esami curriculari e uno sovranumerario, portato avanti un percorso di tesi molto impegnativo, coordinato tantissime attività, non senza imprevisti, e ce l'ho fatta.

Io ce l'ho fatta.

Quindi un enorme grazie va anche a me stessa, la protagonista/antagonista di questa storia che con tanta ambizione e impegno è arrivata fin qui.

Grazie di cuore a tutti.

Fine (o meglio nuovo inizio).

Caterina



# Bibliografia

- Aggleton, J. P. [J. P.] & Shaw, C. (1996). Amnesia and recognition memory: A re-analysis of psychometric data. *34*, 51–62. doi:10.1016/0028-3932(95)00150-6
- Aggleton, J. P. [John P.] & Brown, M. W. (1999). Episodic memory, amnesia, and the hippocampal–anterior thalamic axis. *22*, 425–444. doi:10.1017/s0140525x99002034
- Anderson, J. R. & Bower, G. H. (1972). Recognition and retrieval processes in free recall. *79*, 97–123. doi:10.1037/h0033773
- Anderson, J. R. & Paulson, R. (1978). Interference in memory for pictorial information. *10*, 178–202. doi:10.1016/0010-0285(78)90013-0
- Antes, J. R. [James R.], Singaas, P. A. & Metzger, R. L. (1978). Components of Pictorial Informativeness. *47*, 459–464. doi:10.2466/pms.1978.47.2.459
- Antes, J. R. [James Robert]. (1974). Eye fixations as a function of informativeness. doi:10.31274/rtd-180813-17339
- Bahrick, H. P. & Boucher, B. (1968). Retention of visual and verbal codes of the same stimuli. *78*, 417–422. doi:10.1037/h0026458
- Banks, W. P. (1970). Signal detection theory and human memory. *74*, 81–99. doi:10.1037/h0029531
- Bartlett, J. C., Till, R. E. & Levy, J. C. (1980). Retrieval characteristics of complex pictures: Effects of verbal encoding. *19*, 430–449. doi:10.1016/s0022-5371(80)90303-5

- Bradley, M. M., Greenwald, M. K., Petry, M. C. & Lang, P. J. (1992). Remembering pictures: Pleasure and arousal in memory. *18*, 379–390. doi:10.1037//0278-7393.18.2.379
- Brady, T. F., Konkle, T., Alvarez, G. A. & Oliva, A. (2008). Visual long-term memory has a massive storage capacity for object details. *105*, 14325–14329. doi:10.1073/pnas.0803390105
- Bruner, J. S. & Potter, M. C. [M. C.]. (1964). Interference in Visual Recognition. *144*, 424–425. doi:10.1126/science.144.3617.424
- Carpenter, S. K., Pashler, H., Wixted, J. T. & Vul, E. (2008). The effects of tests on learning and forgetting. *Memory & Cognition*, *36*(2), 438–448. doi:10.3758/MC.36.2.438
- Clark, H. J. & Knoll, R. L. (1969). Variables underlying the recognition of random shapes. *5*, 221–224. doi:10.3758/bf03210544
- Craik, F. I. & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *104*, 268–294. doi:10.1037//0096-3445.104.3.268
- Curran, T. & Cleary, A. M. (2003). Using ERPs to dissociate recollection from familiarity in picture recognition. *15*, 191–205. doi:10.1016/s0926-6410(02)00192-1
- Deffenbacher, K. A., Carr, T. H. & Leu, J. R. (1981). Memory for words, pictures, and faces: Retroactive interference, forgetting, and reminiscence. *7*, 299–305. doi:10.1037/0278-7393.7.4.299
- Deffenbacher, K. A., Leu, J. R. & Brown, E. L. (1981). Memory for Faces: Testing Method, Encoding Strategy, and Confidence. *94*, 13. doi:10.2307/1422340
- Dolcos, F., LaBar, K. S. & Cabeza, R. (2005). Remembering one year later: Role of the amygdala and the medial temporal lobe memory system in retrieving emotional memories. *102*, 2626–2631. doi:10.1073/pnas.0409848102
- Evans, K. K. & Baddeley, A. (2018). Intention, attention and long-term memory for visual scenes: It all depends on the scenes. *180*, 24–37. doi:10.1016/j.cognition.2018.06.022

- Franken, R. E. & Davis, J. (1975). Predicting Memory for Pictures from Rankings of Interestingness, Pleasingness, Complexity, Figure-Ground and Clarity. *41*, 243–247. doi:10.2466/pms.1975.41.1.243
- Franken, R. E. & Rowland, G. L. (1979). Nature of the Representation for Picture-Recognition Memory. *49*, 619–629. doi:10.2466/pms.1979.49.2.619
- Friedman, A. (1979). Framing pictures: The role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. *108*, 316–355. doi:10.1037//0096-3445.108.3.316
- Friedman, A. & Bourne, L. E. (1976). Encoding the levels of information in pictures and words. *105*, 169–190. doi:10.1037//0096-3445.105.2.169
- Friedman, D. & Johnson, R. (2000). Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: A selective review. *51*, 6–28. doi:10.1002/1097-0029(20001001)51:1<6::aid-jemt2>3.3.co;2-i
- Goldstein, A. G. & Chance, J. E. (1971). Visual recognition memory for complex configurations. *9*, 237–241. doi:10.3758/bf03212641
- Guenther, R. K. (1980). Conceptual memory for picture and prose episodes. *8*, 563–572. doi:10.3758/bf03213776
- Hintzman, D. L., Caulton, D. A. & Levitin, D. J. (1998). Retrieval dynamics in recognition and list discrimination: Further evidence of separate processes of familiarity and recall. *26*, 449–462. doi:10.3758/bf03201155
- Hockley, W. E. (2008). The picture superiority effect in associative recognition. *36*, 1351–1359. doi:10.3758/mc.36.7.1351
- Intraub, H. (1979). The role of implicit naming in pictorial encoding. *5*, 78–87. doi:10.1037//0278-7393.5.2.78
- Jenkins, J. R., Neale, D. C. & Deno, S. L. (1967). Differential memory for picture and word stimuli. *58*, 303–307. doi:10.1037/h0025025
- King, A. (1986). The Role of Realism in Memory for Computergraphics by Children and Adults. *55*, 43–48. doi:10.1080/00220973.1986.10806434
- Kunen, S. & Duncan, E. M. (1983). Do Verbal Descriptions Facilitate Visual Inferences? *76*, 370–378. doi:10.1080/00220671.1983.10885485

- LaBar, K. S. & Cabeza, R. (2006). Cognitive neuroscience of emotional memory. *7*, 54–64. doi:10.1038/nrn1825
- Levie, W. H. & Hathaway, S. N. (1988). Picture Recognition Memory: A Review of Research and Theory. *8*, 6–45. doi:10.1080/23796529.1988.11674426
- Light, L. L., Kayra-Stuart, F. & Hollander, S. (1979). Recognition memory for typical and unusual faces. *5*, 212–228. doi:10.1037//0278-7393.5.3.212
- Loftus, G. R. (1972). Eye fixations and recognition memory for pictures. *3*, 525–551. doi:10.1016/0010-0285(72)90021-7
- Loftus, G. R. & Bell, S. M. (1975). Two types of information in picture memory. *1*, 103–113. doi:10.1037//0278-7393.1.2.103
- Mackworth, N. H. & Bruner, J. S. (1970). How Adults and Children Search and Recognize Pictures. *13*, 149–177. doi:10.1159/000270887
- Malcolm, D. A. (1956). Familiarity and recognition of nonsense shapes. *51*, 269–276. doi:10.1037/h0047772
- McGaugh, J. L. (2004). The Amygdala modulates the consolidation of memories of emotionally arousing experiences. *27*, 1–28. doi:10.1146/annurev.neuro.27.070203.144157
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *9*, 353–383. doi:10.1016/0010-0285(77)90012-3
- Nelson, D. L. & Brooks, D. H. (1973). Functional independence of pictures and their verbal memory codes. *98*, 44–48. doi:10.1037/h0034299
- Nelson, T. O., Metzler, J. & Reed, D. A. (1974). Role of details in the long-term recognition of pictures and verbal descriptions. *102*, 184–186. doi:10.1037/h0035700
- Nelson, W. W. & Loftus, G. R. (1980). The functional visual field during picture viewing. *6*, 391–399. doi:10.1037//0278-7393.6.4.391
- Nickerson, R. S. (1968). A note on long-term recognition memory for pictorial material. *11*, 58–58. doi:10.3758/bf03330991
- Paivio, A., Rogers, T. B. & Smythe, P. C. (1968). Why are pictures easier to recall than words? *11*, 137–138. doi:10.3758/bf03331011

- Parks, T. E. (n.d.). Signal-detectability theory of recognition-memory performance. *73*, 44–58. doi:10.1037/h0022662
- Pezdek, K. (1978). Recognition memory for related pictures. *6*, 64–69. doi:10.3758/bf03197429
- Potter, M. C. [M. C.] & Faulconer, B. A. (1975). Time to understand pictures and words. *253*, 437–438. doi:10.1038/253437a0
- Potter, M. C. [Mary C.] & Levy, E. I. (1969). Recognition memory for a rapid sequence of pictures. *81*, 10–15. doi:10.1037/h0027470
- Ritchey, M., Dolcos, F. & Cabeza, R. (2008). Role of Amygdala Connectivity in the Persistence of Emotional Memories Over Time: An Event-Related fMRI Investigation. *18*, 2494–2504. doi:10.1093/cercor/bhm262
- Roediger III, H. L. & Karpicke, J. D. (2006). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on psychological science*, *1*(3), 181–210.
- Roediger, H. L. & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in cognitive sciences*, *15*, 20–27. doi:10.1016/j.tics.2010.09.003
- Rugg, M. D. & Coles, M. G. H. (1996). Electrophysiology of Mind. doi:10.1093/acprof:oso/9780198524168.001.0001
- Russell, J. A. (1999). Emotion Communicates. *44*, 26–27. doi:10.1037/001920
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *110*, 145–172. doi:10.1037//0033-295x.110.1.145
- Shepard, R. N. (1967). Recognition memory for words, sentences, and pictures. *6*, 156–163. doi:10.1016/s0022-5371(67)80067-7
- Standing, L. (1973). Learning 10000 pictures. *25*, 207–222. doi:10.1080/14640747308400340
- Standing, L., Conezio, J. & Haber, R. N. (1970). Perception and memory for pictures: Single-trial learning of 2500 visual stimuli. *19*, 73–74. doi:10.3758/bf03337426
- Stenberg, G., Radeborg, K. & Hedman, L. R. (1995). The picture superiority effect in a cross-modality recognition task. *23*, 425–441. doi:10.3758/bf03197244

- Toppino, T. C. & Cohen, M. S. (2009). The testing effect and the retention interval: questions and answers. *Experimental psychology*, *56*, 252–257. doi:10.1027/1618-3169.56.4.252
- Torralla, A. (2009). How many pixels make an image? *26*, 123–131. doi:10.1017/s095252-3808-0809-30
- Tversky, B. (1975). Pictorial Encoding of Sentences in Sentence—Picture Comparison. *27*, 405–410. doi:10.1080/14640747508400500
- Weldon, M. S. & Coyote, K. C. (1994). There Is No Picture Superiority Effect on Implicit Conceptual Tests: (537272012-188). doi:10.1037/e537272012-188
- Weymar, M., Löw, A. & Hamm, A. O. (2011). Emotional memories are resilient to time: Evidence from the parietal ERP old/new effect. *32*, 632–640. doi:10.1002/hbm.21051
- Weymar, M., Löw, A., Melzig, C. A. & Hamm, A. O. (2009). Enhanced long-term recollection for emotional pictures: Evidence from high-density ERPs. *46*, 1200–1207. doi:10.1111/j.1469-8986.2009.00869.x
- Wolfe, J. M. & Kuzmova, Y. I. (2011). How many pixels make a memory? Picture memory for small pictures. *18*, 469–475. doi:10.3758/s13423-011-0075-z
- Wyant, S., Banks, W. P., Berger, D. & Wright, P. W. (1972). Verbal and pictorial similarity in recognition of pictures. *12*, 151–153. doi:10.3758/bf03212861
- Yarbus, A. L. (1967). Eye Movements During Fixation on Stationary Objects. doi:10.1007/978-1-4899-5379-7\_4
- Yonelinas, A. P. (2002a). Components of episodic memory: the contribution of recollection and familiarity. doi:10.1093/acprof:oso/9780198508809.003.0003
- Yonelinas, A. P. (2002b). The Nature of Recollection and Familiarity: A Review of 30 Years of Research. *46*, 441–517. doi:10.1006/jmla.2002.2864