



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di Laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di Laurea

Risposta emotiva ed empatica: un confronto teorico

Emotional and empathic response: a theoretical comparison

Relatrice:

Professoressa Chiara Spironelli

Laureanda: Chiara De Pasquale

Matricola: 2048519

Anno Accademico: 2022/2023

INDICE

INTRODUZIONE	5
CAPITOLO PRIMO – LA RISPOSTA EMOTIVA	7
1.1. Cos'è un'emozione?	7
1.2. Le teorie delle emozioni	9
1.2.1. <i>Le teorie fisiologiche</i>	10
1.2.2. <i>Le teorie cognitive</i>	12
1.2.3. <i>Le teorie neurologiche</i>	14
1.3. La fisiologia delle emozioni	17
1.3.1. <i>Principali aree coinvolte</i>	17
1.3.2. <i>Il sistema nervoso autonomo</i>	21
1.4. I test emozionali	22
CAPITOLO SECONDO – L'EMPATIA	27
2.1. Costrutto di empatia	27
2.2. Circuiti cerebrali dell'empatia	29
2.2.1. <i>Il modello integrativo dell'empatia e il mirroring</i>	30
2.2.2. <i>Studi sul dolore</i>	32
2.2.3. <i>Basi neurali delle tre componenti empatiche</i>	37
2.3. Interpersonal Reactivity Index (IRI)	41
2.3.1. <i>Il razionale teorico</i>	41
2.3.2. <i>La struttura</i>	42
2.4. Fisiologia delle sottoscale IRI	44
CAPITOLO TERZO – RISPOSTA EMPATICA ED EMOTIVA A CONFRONTO	47
3.1. Gli studi	47
3.1.1. <i>The bad, the good, the suffering</i>	47
3.1.2. <i>Enhanced neural resonance for ingroup facial emotion</i>	50
3.2. I circuiti neurali	53
3.2.1. <i>Aree di interesse a confronto</i>	56
3.2.2. <i>Empathic concern e perspective taking</i>	59
3.3. Sviluppi futuri	60
BIBLIOGRAFIA	61
APPENDICE	65

INTRODUZIONE

Il presente elaborato di tesi nasce da un interesse di natura psicologica e neuroscientifica relativo ai costrutti protagonisti: emozioni ed empatia. L'iniziale progetto prevedeva un'applicazione pratica in laboratorio, con una partecipazione attiva alla costruzione di un esperimento che non ha potuto concretizzarsi per tempo, ma che verrà ugualmente descritto nell'Appendice, ultima parte dell'elaborato.

Il primo capitolo passa in rassegna le principali teorie delle emozioni (fisiologiche, cognitive e neuroscientifiche) così da comprendere i principali approcci che spiegano la risposta emotiva, per poi analizzare la fisiologia delle emozioni, ripercorrendo nel dettaglio le principali aree e sistemi coinvolti. Un'ultima parte di questo primo capitolo è dedicata alla descrizione di test utilizzati per studiare la risposta emotiva.

Nel secondo capitolo, il focus attentivo si sposta invece sul costrutto empatico, dapprima cercando di districare la spinosa questione legata alla definizione del concetto stesso nelle sue componenti principali, differenziandola da altri costrutti (quali contagio emotivo, compassione, ecc.) e procedendo, in un secondo momento, ad approfondirne i circuiti neurali coinvolti, in particolare considerando i modelli che la descrivono e il principale filone di studi condotti sull'empatia, ovvero i lavori sul dolore. Parallelamente al primo, anche il secondo capitolo dedica un ultimo paragrafo ad un questionario usato per la valutazione della risposta empatica, l'*Interpersonal Reactivity Index*, ponendo particolare attenzione alle sue sottoscale e ai correlati neurali associati.

Infine, il capitolo terzo propone l'analisi di due recenti studi, che studiano la risposta empatica ed emotiva; si procede ad un lavoro di confronto e paragone tra i circuiti neurali implicati nell'uno e nell'altro costrutto, già introdotti nei primi capitoli: l'obiettivo non è solo quello di ritrovare nella letteratura un'ulteriore conferma di quanto teoricamente accennato nei rispettivi capitoli, ma anche trovare una sovrapposizione tra le aree descritte.

Infine, come già detto inizialmente, la parte finale del presente lavoro di tesi sarà dedicata ad una descrizione della ricerca che, per problemi tecnici, non è iniziata in tempi tali da permettere di completare la raccolta e l'analisi dei dati; si descriveranno pertanto il rationale teorico, le ipotesi, il protocollo sperimentale, il metodo e i materiali, e la *pipeline* sviluppata per le analisi dei dati fMRI.

CAPITOLO PRIMO – LA RISPOSTA EMOTIVA

Nel seguente capitolo si darà un accenno al concetto di emozioni. Dapprima si descriverà il costrutto emotivo secondo il modello contemporaneo multicomponenziale, procedendo poi ad analizzare le principali teorie, dividendole in teorie cognitive, fisiologiche e neurologiche. Al di là dell'aspetto teorico, si descriverà la fisiologia delle emozioni considerando le principali aree e sistemi coinvolti.

Un'ultima parte sarà invece dedicata ai *test* emozionali, in maniera particolare si porrà l'accento sull'*International Affective Picture System* (IAPS), poiché questo *set* di immagini è stato utilizzato in molti compiti di *passive viewing*, e nella parte sperimentale descritta nell'Appendice del presente lavoro di tesi.

1.1. Cos'è un'emozione?

In psicologia l'emozione può essere definita come uno stato che porta ad attivazioni fisiologiche, che a loro volta comportano cambiamenti che riflettono i pensieri e comportamenti di una persona durante quello stato.

L'emozione è, infatti, secondo il modello contemporaneo della “*Component Process Theory*” di Scherer (1984), l'organizzazione momentanea di tutti i maggiori sistemi di funzionamento dell'organismo (sistema nervoso centrale, sistema nervoso autonomo, sistema nervoso somatico, sistema neuro-endocrino) in risposta alla valutazione di uno stimolo esterno o interno, rilevante per l'organismo (Coon & Mitterer, 2016).

Scherer (1984) distingue le fasi che costituiscono questa sequenza componenziale in:

1. Componente cognitiva (*appraisal*)
2. Attivazione fisiologica (*arousal*)
3. Componente espressiva
4. Componente motivazionale o tendenza all'azione
5. Componente relativa all'esperienza soggettiva.

Il ciclo emozionale ha inizio con la valutazione cognitiva: l'individuo valuta la situazione in base ai propri bisogni, valori, obiettivi. Le teorie dell'*appraisal*, che verranno approfondite in seguito, sostengono che questo processo può essere anche automatico.

La seconda fase riguarda l'*arousal*, definito come “[...] una dimensione lungo la quale varia lo stato di attivazione dell’organismo” (*ibidem*). Bisogna comprendere che il corpo durante un’emozione è attivato, i cambiamenti fisiologici comportano alterazione del battito cardiaco, della pressione arteriosa, oltre che cambiamenti impercettibili. Principalmente sono causati dall’attività del sistema nervoso autonomo e dall’ormone adrenalina. Le emozioni hanno un significato evoluzionistico, infatti l’organizzazione del sistema di risposta emotivo è fondato su due basici sistemi motivazionali: il sistema appetitivo e il sistema difensivo. Essi hanno strutture cerebrali simili che determinano un comportamento motivato nella specie. Il **sistema appetitivo** è attivato in contesti che promuovono la sopravvivenza, con un basico repertorio comportamentale rivolto alla copulazione e al *caregiving*. Il **sistema difensivo** è invece attivato in contesti di minaccia, con un repertorio comportamentale basico costruito sull’attacco o fuga. Nel caso di questo sistema, le emozioni costituiscono un *pattern* di difesa prodotti dall’evoluzione per far fronte efficacemente a situazioni di pericolo, attraverso un aumento dell’adeguatezza comportamentale in situazioni di minaccia. Questi sistemi sono attivati da circuiti neurali nel cervello, con *output* comuni alle strutture che mediano il sistema somatico e il sistema autonomo, coinvolti nei processi di azione e attenzione (Palomba & Stegagno, 2004).

La terza fase del ciclo emozionale ha come protagonista la componente espressiva: i gesti, le espressioni facciali e la postura sono segnali che hanno lo scopo preciso di comunicare informazioni relative ad uno stato affettivo.

La componente motivazionale, invece, si riferisce all’aspetto per cui provare un’emozione conduce ad una risposta di tipo motivazionale.

Infine, l’esperienza soggettiva, definita sentimento (*feeling*), indica come l’emozione viene percepita dal soggetto. Scherer (1984) spiega il sentimento come “[...] una riflessione personale su tutti i cambiamenti verificatisi nei diversi momenti durante il corso dell’episodio emozionale” (Coon & Mitterer, 2016).

Definito il concetto di emozione, risulta importante presentare le cosiddette emozioni di base. Secondo Ekman la funzione primaria dell’emozione è “[...] mobilitare l’organismo per affrontare rapidamente gli incontri interpersonali importanti, preparandosi a farlo in base a quali tipi di attività sono state adattive in passato” (Ekman, 1999). Parlare di emozioni “di base” vuol dire parlare di elementi che si combinano per creare emozioni composte o complesse. Le emozioni di base sono psicologicamente primitive, dove il

termine “primitive” può implicare il fatto che devono originarsi in strutture cerebrali sottocorticali oppure si può intendere il fatto che queste emozioni raggiungono il loro picco di attività nel primo sviluppo o nelle crisi immediate, nonostante esse siano costantemente in interazione con i processi cognitivi quotidiani, dando vita ad un’esperienza emozionale più complessa di quella base (Tracy & Randles, 2011). La funzione delle emozioni di base è causare esperienze motivazionali e comportamentali, per lo meno nei primi stadi di sviluppo, poiché crescendo si va incontro ad uno sviluppo delle funzioni cognitive e della capacità sociali che riducono la possibilità che i comportamenti siano causati dalla sola spinta delle emozioni di base. Le teorie relative alla tematica, affermano che un’emozione di base, per essere definita tale, dovrebbe avere antecedenti discreti, *network* neurali, una fisiologia caratteristica e *output* comportamentali (*ibidem*). Per concludere il discorso, si riporta in **Figura 1** la tabella che riassume le emozioni di base considerate tali dai diversi psicologi e nelle diverse teorie.

Theoretically and empirically supported basic emotions according to each model			
IZARD	PANKSEPP & WATT	LEVENSON	EKMAN & CORDARO
Happiness	PLAY	Enjoyment	Happiness
Sadness	PANIC/GRIEF	Sadness	Sadness
Fear	FEAR	Fear	Fear
Anger	RAGE	Anger	Anger
Disgust		Disgust	Disgust
Interest	SEEKING	Interest?	
Contempt?	LUST	Love?	Contempt
	CARE	Relief?	Surprise

Figura 1. Le emozioni di base secondo le teorie di Izard, Panksepp & Watt, Levenson, Ekman & Cordaro (Fonte: Tracy & Randles, 2011).

1.2. Le teorie delle emozioni

Le principali teorie delle emozioni possono essere suddivise in tre principali categorie: fisiologiche, neurologiche e cognitive.

Le teorie fisiologiche propongono delle risposte per cui il corpo umano è responsabile delle emozioni, le teorie neurologiche suggeriscono che l’azione del cervello porti alle reazioni emozionali e le teorie cognitive suppongono che i pensieri o altre attività mentali

giocino un ruolo importante nella formazione delle emozioni (Sreeja & Mahalakshmi, 2017).

1.2.1. Le teorie fisiologiche

Tra le teorie fisiologiche si citano la teoria di James-Lange e la teoria di Cannon-Bard. Verso la fine dell'Ottocento William James e Carl Lange postularono una teoria delle emozioni così sintetizzabile: l'attivazione fisiologica non segue l'esperienza, a livello del vissuto soggettivo, è invece il vissuto soggettivo che segue l'attivazione fisiologica. James affermò, quindi, che spesso proviamo un'emozione dopo la reazione ad essa. I cambiamenti corporei seguono direttamente la percezione del fatto attivante, e la nostra sensazione dei cambiamenti fisiologici che accadono costituisce l'emozione. Si riporta il classico esempio a cui si fa ricorso per semplificare la comprensione di questa teoria: si immagina di stare camminando in un bosco, quando all'improvviso si vede un orso sul sentiero, il senso comune porterebbe ad avere paura, entrare nello stato di attivazione e scappare. Lange si oppone al concetto di senso comune, infatti egli suggerisce che lo stimolo emozionale dell'orso produce immediatamente una reazione motoria di fuga, il cui *feedback* sensoriale produce l'emozione (Friedman, 2010). Ciò che Lange critica, dunque, è l'ordine di questa sequenza, che risulta essere incorretto: uno stato mentale non è immediatamente indotto da un altro, ma l'attivazione corporea si interpone tra questi due stati. Secondo questa teoria è più logico asserire che ci sentiamo dispiaciuti perché piangiamo, arrabbiati perché attaccati, impauriti perché tremiamo e non che piangiamo o tremiamo, perché siamo dispiaciuti o arrabbiati.

Bisogna sottolineare due aspetti fondamentali della teoria. Il primo riguarda l'attenzione alla fisiologia: raramente si prova una sensazione senza avvertire un'attivazione del proprio corpo. James pone attenzione, in particolare, alla continua co-operazione dei muscoli volontari negli stati emozionali: anche quando non ci sono cambiamenti in un atteggiamento esterno, la tensione interna varia per adattarsi ad ogni emozione. Il secondo aspetto riguarda il fatto che ogni cambiamento corporeo, qualsiasi esso sia, è percepito, in maniera acuta o vaga, nel momento in cui avviene. James afferma che “[...] se il lettore non ha mai prestato attenzione a questa questione, sarà interessato e stupito di imparare quante sensazioni corporee locali differenti può percepire in sé stesso come caratteristiche delle sue varie oscillazioni emotive” (James, 1884). Se proviamo

un'emozione forte e poi cerchiamo di astrarre tutte le sensazioni dei sintomi corporei caratteristici di questo stato affettivo, scopriamo che non ci rimane nulla, nessuna sostanza mentale di cui l'emozione possa essere costituita, e che rimane solo uno stato freddo e neutro di percezione intellettuale (*ibidem*).

L'aspetto temporale della teoria di James rimane un aspetto difficile da testare sperimentalmente, e i risultati ottenuti negli anni sono vari. Alcuni studi mostrano che l'attività muscolare somatica può modulare le emozioni (Adelmann & Zajonc, 1989; Laies, 1974; Rutledge & Hupka, 1985; Strack et al., 1998*), mentre altri non verificano questo effetto (Tourangeau & Ellsworth, 1979*). Si può concludere affermando che, per permettere alla teoria di James di essere veritiera, il corollario di base è che le emozioni trattate siano contraddistinte da pattern di risposte somatiche corporee (James, 1884).

La teoria di James-Lange venne confutata da Walter Cannon e Philip Bard, che diedero vita ad una nuova teoria per cui il vissuto soggettivo relativo all'emozione e l'attivazione fisiologica sono contemporanee; dunque, l'esperienza emotiva potesse verificarsi indipendentemente dall'espressione emotiva. La critica di Cannon è basata su tre punti principali:

- a) la sensazione viscerale è troppo diffusa e insensibile per spiegare l'ampia gamma dell'esperienza emotiva umana: questo implica che si possono sperimentare emozioni anche non avvertendo i cambiamenti fisiologici;
- b) il sistema nervoso autonomo agisce troppo lentamente per spiegare la velocità e la labilità dell'esperienza emotiva umana (Buck, 1980);
- c) la correlazione tra l'esperienza di un'emozione e lo stato fisiologico del corpo non può essere sempre considerata come affidabile. Ad esempio, la paura è accompagnata da un aumento della frequenza cardiaca e della sudorazione; questi cambiamenti fisiologici non sono però unicamente tipici dell'emozione della paura, ma di altre emozioni (ad es. rabbia) e altre condizioni fisiologiche (ad es. febbre).

La teoria di Cannon-Bard si basa sull'idea che il talamo svolge un ruolo speciale nei processi emotivi. Le afferenze sensoriali vengono ricevute dalla corteccia cerebrale, che a turno, attiva certi cambiamenti nel corpo. Questo circuito neurale di stimolo risposta è privo di emozioni. Le emozioni vengono prodotte quando i segnali raggiungono il talamo, sia direttamente dai recettori sensoriali, sia discendendo da afferenze corticali. Questo implica che il carattere delle emozioni è determinato dal modello di attivazione del talamo

indipendentemente dalla risposta fisiologica all'*input* sensoriale (Bears, Connors & Paradiso, 1999). Ripresentando l'esempio dell'incontro con un orso, la teoria di Cannon-Bard ritiene che alla vista dell'orso si attivi il talamo nell'encefalo, che a sua volta stimola all'azione la corteccia cerebrale e l'ipotalamo. La corteccia controlla l'esperienza soggettiva dell'emozione e la relativa risposta comportamentale. L'ipotalamo innesca una catena di eventi che attivano il corpo. Dunque, di fronte a una minaccia, l'attività cerebrale produrrà simultaneamente l'attivazione fisiologica, la fuga e l'esperienza soggettiva collegata alla paura (Coon & Mitterer, 2016).

Per concludere, è possibile semplificare la differenza tra le due teorie fisiologiche affermando che, secondo la teoria di James-Lange, ci si sente tristi quando si avverte di stare per piangere; se si riesce ad evitare di piangere, anche la tristezza svanirà. Secondo la teoria di Cannon-Bard, invece, non si deve piangere per essere tristi: semplicemente, deve esservi un'appropriata attivazione del talamo in risposta alle situazioni (*ibidem*).

1.2.2. *Le teorie cognitive*

La principale teoria cognitiva che si descriverà in questo paragrafo è opera del lavoro di Stanley Schachter, il quale intuì l'importanza dei fattori cognitivi nei processi emotivi. Secondo la teoria di Schachter si ha un'emozione quando viene applicata una specifica etichetta a una generica attivazione fisiologica. L'individuo sceglie il termine appropriato attraverso un processo di attribuzione grazie al quale comprende quali fattori hanno prodotto l'attivazione. L'etichetta applicata è frutto delle esperienze passate, della situazione e delle reazioni altrui. A sostegno di questa teoria cognitiva si riporta un esperimento di Schachter e Wheeler, tenutosi nel 1962. L'esperimento consisteva nel guardare un film comico, ed i partecipanti erano divisi in tre gruppi: un terzo dei partecipanti riceveva un'iniezione di adrenalina prima del film, un terzo riceveva un'iniezione di tranquillante e la restante parte dei partecipanti una soluzione fisiologica (placebo). Il gruppo che aveva ricevuto l'iniezione di adrenalina valutò il film come più divertente; il gruppo che aveva ricevuto il tranquillante valutò il film con punteggi più bassi e, infine, il gruppo di controllo valutò il film con punteggi intermedi rispetto ai due gruppi. Secondo la teoria cognitiva, gli individui trattati con epinefrina erano fisiologicamente stimolati, ma non riuscivano a spiegare le proprie sensazioni:

confondevano così la propria attivazione fisiologica attribuendola ad una maggiore comicità del film.

Un altro esperimento da citare è stato condotto da Valins (1966): egli mostrò ad un gruppo di studenti universitari maschi delle fotografie di nudi femminili. Mentre i partecipanti erano intenti nel guardare le fotografie, essi udivano una registrazione di battito cardiaco amplificato, creata in maniera tale da far credere che fosse la loro. Gli studenti che avevano ascoltato la registrazione giudicarono come più belle le foto corrispondenti al momento in cui il battito cardiaco era amplificato nella registrazione, attribuendo questo (fittizio) cambiamento fisiologico ad un'emozione legata all'immagine.

Per riprendere, infine, l'esempio considerato per introdurre le teorie fisiologiche, quello dell'incontro con l'orso, secondo Schachter si ha attivazione se si incontra un orso. Se l'orso non sembra mansueto, allora l'attivazione verrebbe interpretata come paura, ma se l'orso intendesse "tendere la zampa", allora ci si sentirebbe felici e sollevati (Coon & Mitterer, 2016).

Un'altra teoria cognitiva da citare è la teoria dell'*appraisal*, che si basa sull'assunto che le emozioni siano elicitate da valutazioni (*appraisals*) di eventi e situazioni (Roseman & Smith, 2001). Pertanto, i sostenitori di questa teoria credono che pensieri ed emozioni siano inseparabili, e che le emozioni provengano dalla percezione dell'organismo di cambiamenti ambientali che sono rilevanti per il benessere della persona stessa (Ellsworth, 2013). L'*appraisal* può distinguersi in:

- Primario, se rapido, automatico e diretto a valutare le caratteristiche salienti dello stimolo;
- Secondario, se riguarda una valutazione più profonda, consapevole e ha un tempo di analisi più lungo.

Dire che una persona si sente attivata e che l'esperienza emozionale è definita dalla situazione non differenzia un'emozione dall'altra (per es. la paura dalla rabbia, dal disgusto, ecc.). L'obiettivo centrale della teoria è specificare cosa è rilevante nella percezione della situazione da parte della persona (*ibidem*). I concetti di base della teoria dell'*appraisal* sono diversi:

- a. Le emozioni sono differenziate dagli *appraisal*. Questi ultimi, se combinati in diversi modi, sono coinvolti nella produzione di diverse emozioni; dunque, ogni emozione è elicitata da un *pattern* di *appraisal* distintivo;

- b. Le differenze nell'*appraisal* possono giustificare le differenze temporali ed individuali nelle risposte emotive. È l'interpretazione degli eventi, piuttosto che l'evento in sé, che causa l'emozione. Persone diverse che attribuiscono un significato diverso alla stessa situazioni, proveranno emozioni diverse;
- c. Tutte le situazioni in cui c'è lo stesso *pattern* di *appraisal* evocheranno la stessa emozione. Le teorie dell'*appraisal* mantengono uno schema comune che si ritrova in tutte le situazioni che evocano le stesse emozioni. Dunque, se c'è un rapporto uno-a-uno tra situazioni ed emozioni, ci dovrebbe essere una forte relazione uno-a-uno tra combinazioni di *appraisal* ed emozioni specifiche;
- d. L'*appraisal* precede ed elicitava le emozioni. Questo implica che cambiamenti situazionali, o anche il fatto di rimanere in una situazione invariata, provocherà *appraisal*. È l'*appraisal* che inizia il processo emotivo, fisiologico, espressivo, comportamentale e tutto ciò che contribuisce allo stato emotivo finale;
- e. I processi di *appraisal* rendono la risposta emotiva appropriata alla situazione in cui si manifesta. Il sistema di *appraisal* si è evoluto per elaborare informazioni che predicono quando particolari risposte emozionali hanno una maggiore probabilità di risultare in migliori strategie di *coping*;
- f. *Appraisal* conflittuali, involontari o inappropriati possono giustificare l'aspetto irrazionale delle emozioni;
- g. Cambiamenti nell'*appraisal* possono essere responsabili di cambiamenti indotti clinicamente.

1.2.3. Le teorie neurologiche

La principale teoria neurologica è quella dell'ipotesi del *feedback* facciale, che asserisce che le espressioni facciali forniscano un *feedback* necessario o sufficiente per influenzare significativamente l'esperienza e il comportamento emozionale (Buck, 1980); in altre parole, il fatto di produrre determinate espressioni facciali ed esserne consapevoli influenza l'esperienza emotiva soggettiva. Ekman afferma che produrre volontariamente l'espressione di determinate emozioni può effettivamente provocare le emozioni corrispondenti (Ekman, 1993). Si riporta di seguito un interessante esperimento condotto

da Strack, Martin e Stepper nel 1988: ai partecipanti veniva chiesto di guardare cartoni animati e valutare se fossero divertenti. Il gruppo sperimentale visionava i cartoni tenendo una penna in orizzontale tra i denti; essi ritennero i cartoni più divertenti rispetto al gruppo di controllo, il quale teneva la penna tra le labbra. La spiegazione risiede nel fatto che la condizione del gruppo sperimentale prevede un atteggiamento simile a quello di un sorriso, tenendo invece la penna tra le labbra il viso risulta imbronciato.

Considerando che l'ipotesi del *feedback* facciale implica una relazione positiva tra l'espressione facciale e altri indici emotivi, bisogna chiedersi come si valuta questa relazione. La domanda da porsi è: questa relazione è inter-soggetti o intra-soggetti? Esistono due versioni dell'ipotesi:

- a. Versione *between-subject*: le differenze individuali relative al *feedback* dall'espressione emotiva sono correlate alle differenze individuali su altri indici emotivi. Ad esempio: la persona A che esprime liberamente i propri sentimenti avrà una risposta migliore su altri indici emotivi rispetto ad una persona B che mostra le sue espressioni in misura minore. Questa versione implica che una mancanza di espressioni esplicite può mandare in cortocircuito l'intero processo emotivo. Una persona non espressiva potrebbe avere degli indici emotivo-comportamentali, *self-report* e fisiologici più bassi, quando entrambi sono confrontati con uno stimolo affettivo dato;
- b. Versione *within-subject*: asserisce che una persona A avrà una risposta migliore su altri indici affettivi se esprimerà liberamente un'emozione rispetto al caso in cui quella stessa persona A mostri le sue espressioni in misura minore.

La differenza tra le due versioni appena esplicate è stata dimostrata dal fatto che è possibile avere relazioni intra-soggetti positive e relazioni inter-soggetti negative tra le espressioni emotive e gli altri indici affettivi. Per comprendere dell'ipotesi del *feedback* facciale, è importante considerare l'esistenza di quattro specifiche domande correlate a questa teoria, ovvero:

- a. La configurazione facciale corrisponde all'emozione?
- b. I movimenti facciali modulano le emozioni in presenza di altri stimoli emotivi?
- c. Possono le azioni facciali iniziare le emozioni, anche senza altri stimoli emotivi presenti?
- d. L'azione facciale è necessaria per la presenza delle emozioni?

Prima di analizzare le risposte a queste domande, bisogna sollevare un'ulteriore questione: la faccia è associata ad un certo grado di emozione positiva o negativa (versione dimensionale) oppure c'è un collegamento dettato da specifiche emozioni (versione categorica) (McIntosh, 1996)?

Per quanto riguarda la prima domanda, diversi studi hanno fatto ricorso all'elettromiografia facciale per verificare come l'EMG non solo cambi in seguito alla manipolazione delle emozioni, ma predica anche le emozioni *self-reported*. Questo tipo di studi avvalorano la versione dimensionale della teoria. La versione categorica, invece, trova difficilmente una conferma sperimentale; una motivazione potrebbe essere dovuta al fatto che ci sono troppi antecedenti e contesti affinché si instauri una relazione uno-a-uno tra i *pattern* muscolari e delle emozioni precise (Tassinari & Cacioppo, 1992). Sono molte le variabili, infatti, che possono potenzialmente influenzare l'azione facciale ed essere responsabili della ridotta corrispondenza con delle specifiche emozioni. Un esempio è il contesto sociale, ma bisogna considerare che l'azione facciale può variare come una funzione dello stato affettivo anche quando i movimenti non sono visibili all'osservatore. Un altro problema può dipendere dal fatto che la modulazione sociale non preclude una connessione con lo stato emotivo.

Passando alla seconda domanda, ovvero se i movimenti facciali modulano le emozioni, sono stati qui considerati degli studi (per esempio, Buck 1980) che coinvolgono misure fisiologiche: questi hanno dimostrato come l'azione facciale e corporea influenzi lo stato soggettivo e psicologico, in linea con l'ipotesi della modulazione.

La terza questione, relativa al rapporto tra azione facciale e l'innescamento dell'emozione, ha ricevuto meno supporto dai dati raccolti negli studi.

L'ultima domanda, invece, ipotizza che l'attivazione facciale sia necessaria per l'emozione, che altrimenti non può accadere. In realtà si può considerare quest'ipotesi come un suggerimento del fatto che i cambiamenti facciali sono una componente inestricabile delle emozioni. Le rappresentazioni del sistema nervoso centrale delle espressioni facciali possono confermare il bisogno di determinati *pattern* senza l'effettiva attività facciale. L'azione facciale, oppure una rappresentazione neurocognitiva dell'azione facciale, potrebbe essere necessaria per le emozioni. Non è chiaro come questo sia funzionalmente diverso rispetto a un approccio centrale, eccetto per il fatto che potrebbe predire danni diversi per particolari regioni cerebrali.

1.3. La fisiologia delle emozioni

Quanto descritto sino ad ora riguarda degli aspetti principalmente teorici delle emozioni, con attenzione alle componenti cognitive ed affettive, e a come queste si articolano, si susseguono e si incastrano per risultare nella risposta affettiva. In questo paragrafo, invece, si approfondirà l'aspetto fisiologico delle emozioni, dando una particolare attenzione ai principali sistemi coinvolti.

1.3.1. Principali aree coinvolte

Le emozioni di base (ovvero paura, rabbia, disgusto, gioia, tristezza e sorpresa; Coon & Mitterer, 2016), da un punto di vista neurale hanno specifiche rappresentazioni o distinti circuiti cerebrali (**Figura 2**). Un modo per studiarle e analizzarle è confrontare le immagini ottenute tramite risonanza magnetica funzionale (fMRI) o PET, e si noterà che:

- esistono dei “punti caldi”, ovvero aree di attivazione cerebrale associate a ciascuna emozione;
- ciascuna emozione è associata ad un mosaico di aree piccole, e a gradi di attività cerebrale inferiore;
- alcune regioni cerebrali attivate si associano a più di una emozione.

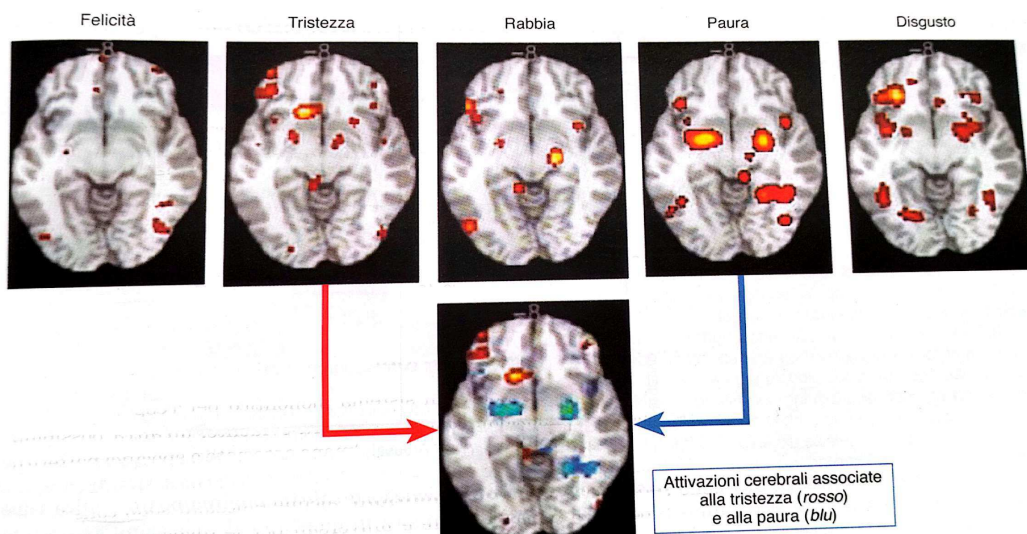


Figura 2. Attivazioni cerebrali delle emozioni di base ottenute tramite fMRI. (Fonte: Bear, Connors & Paradiso, 1999).

Una delle questioni maggiormente discusse che coinvolge neuroscienze e psicologia è la presenza di un singolo sistema emotivo distinto.

Un primo importante contributo deriva dal lavoro di Paul Broca, che nel 1878 scoprì che sulla superficie mediale del cervello di tutti i mammiferi esiste un gruppo di aree corticali distintamente diverse dalla corteccia circostante: il lobo limbico. Esso è costituito dalla corteccia intorno al corpo calloso, dal giro del cingolato, dalla corteccia presente sulla superficie mediale del lobo temporale e dall'ippocampo (**Figura 3**).

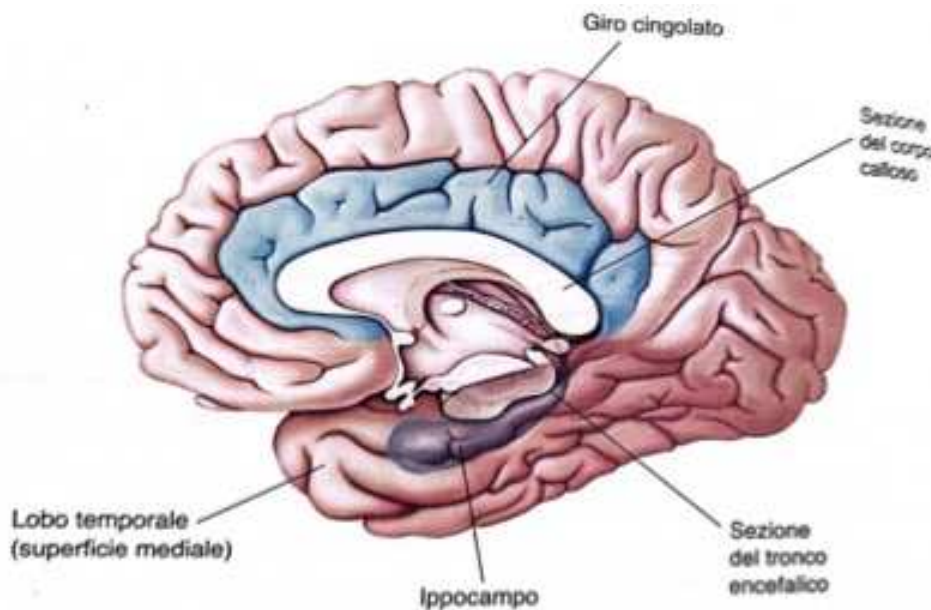


Figura 3. Lobo limbico (Fonte: Bear, Connors & Paradiso, 1999).

Oltre Broca, James Papez agli inizi del Novecento ipotizzò la presenza di un sistema emozionale giacente sulla parete mediale del cervello, e che questo costituisse un punto di congiunzione tra la corteccia e l'ipotalamo. Egli suppose un ruolo centrale della corteccia nell'esperienza emotiva, e che l'attività evocata in altre aree neocorticali da proiezioni provenienti dalla corteccia del cingolo aggiungesse "colore comportamentale" alle nostre esperienze. Papez spiegò il circuito che, secondo la sua teoria, determinava l'esperienza emozionale: l'espressione emozionale è governata dall'ipotalamo, la corteccia cingolata si proietta verso l'ippocampo e l'ippocampo a sua volta si proietta verso l'ipotalamo, tramite il fascio di assoni (fornice). La risposta ipotalamica raggiunge la corteccia grazie ai nuclei talamici anteriori (**Figura 4**).

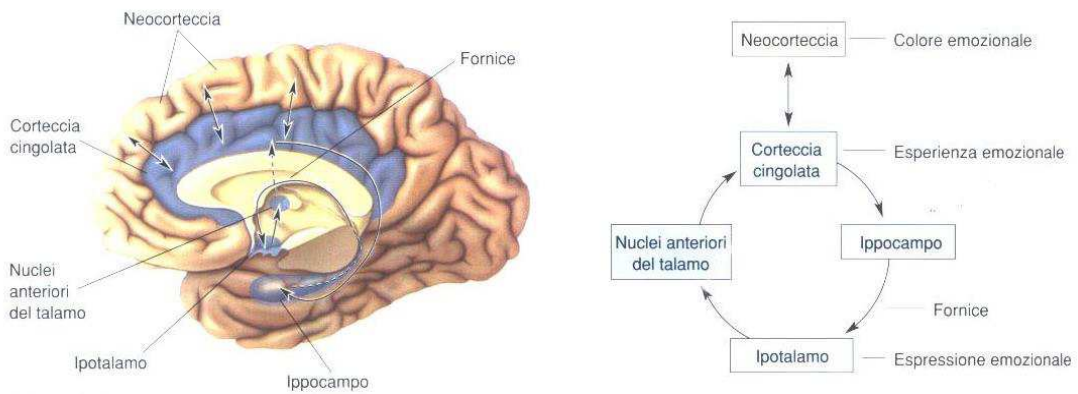


Figura 4. Circuito di Papez (Fonte: Bear, Connors & Paradiso, 1999).

La caratteristica principale del circuito di Papez è la bidirezionalità che contraddistingue la comunicazione tra corteccia e ipotalamo: essi sono, infatti, disposti in maniera da influenzarsi reciprocamente, cosa che avvalorava le teorie di James-Lange e Cannon-Bard. Le strutture coinvolte nel circuito di Papez costituiscono ciò che sarà in seguito chiamato sistema limbico: ancora protagonista degli studi dei processi emozionali, ma non da intendersi come unico sistema distinto. Un ruolo fondamentale nelle emozioni e nello studio di queste viene ricoperto dall'amigdala. Essa si trova nel polo del lobo temporale, sotto la corteccia sul lato mediale (**Figura 5**), e si compone di un complesso di nuclei divisi in nuclei basolaterali, nuclei corticomediale e il nucleo centrale (**Figura 6**).

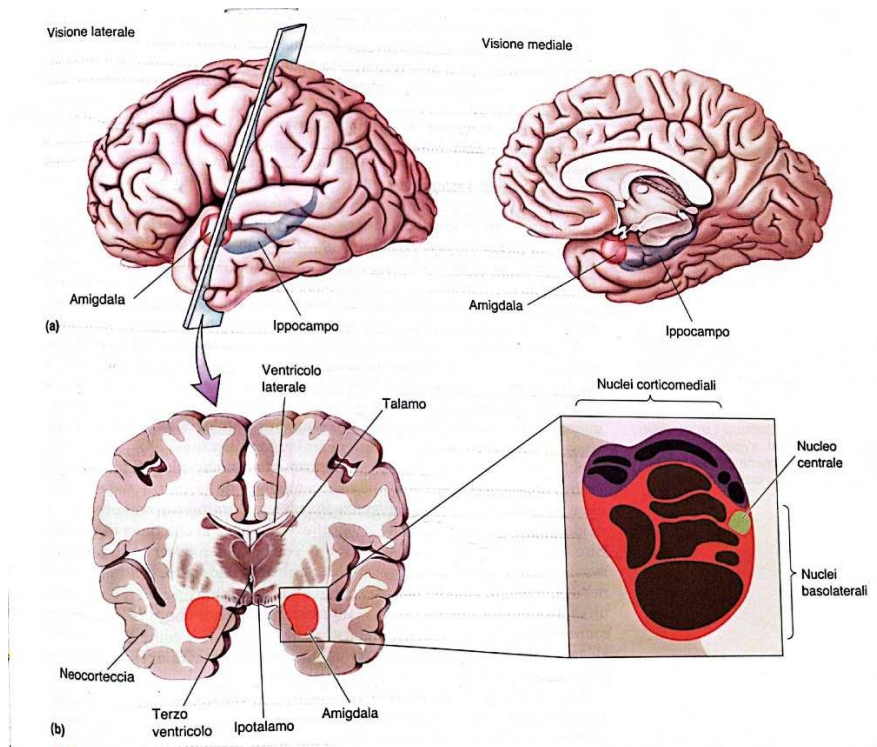


Figura 5. Anatomia dell'amigdala (Fonte: Bear, Connors & Paradiso, 1999).

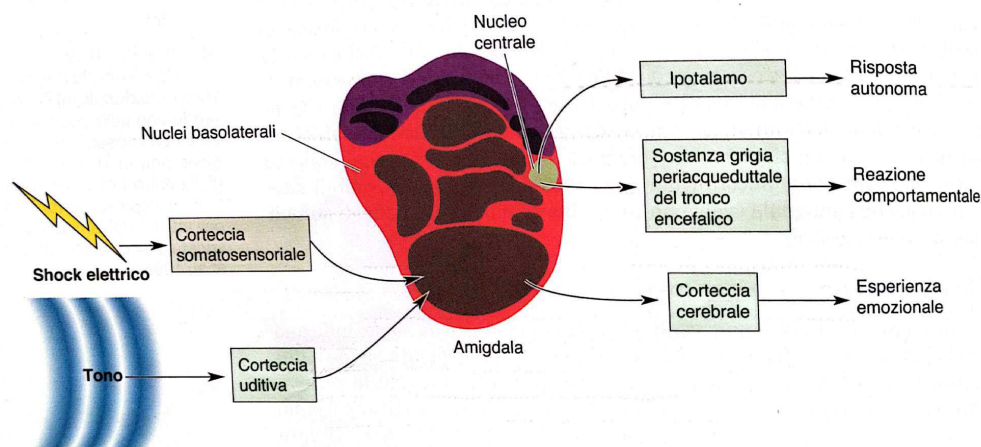


Figura 6. Nuclei dell'amigdala (Fonte: Bear, Connors & Paradiso, 1999).

Le afferenze dell'amigdala provengono da diverse fonti, come ad esempio la neocorteccia di tutti i lobi centrali, il giro ippocampale e il giro del cingolo. Le informazioni dei sistemi sensoriali convergono sull'amigdala, principalmente sui nuclei basolaterali. Ogni sistema sensoriale ha diversi gruppi di proiezioni dirette ai nuclei dell'amigdala, e le interconnessioni entro l'amigdala contribuiscono all'integrazione delle informazioni che arrivano da differenti sistemi sensoriali (Bear, Connors & Paradiso, 1999). Infine, il lavoro di LeDoux ha sottolineato il coinvolgimento dell'amigdala nell'elaborazione rapida e non raffinata degli stimoli emotivi che consentono di reagire al pericolo in modo istintivo. Lo stimolo visivo arriva al talamo, il quale raggiunge l'amigdala e poi la corteccia. Il *locus ceruleus* riceve informazioni dall'amigdala, la quale innesca l'impulso ipotalamico: partono da qui le risposte di attivazione fisiologica. L'amigdala definisce la rilevanza della disposizione motivazionale di quella situazione che richiede immediata risposta. È importante studiare questo fenomeno poiché nel momento in cui un'informazione viene deviata verso il *bed nucleus* della *stria terminalis* (BNST), molto probabilmente anziché avere una risposta immediata, questo BNST tenderà a prolungare il sistema di risposta: sarebbe questo il sistema alla base di una risposta non focalizzata, non immediata, ma più diffusa. Infatti, questo meccanismo che devia da quello tipico, conduce all'attivazione del circuito del cortisolo, il quale è alla base del prolungamento della risposta, tipica della sintomatologia ansiosa.

1.3.2. Il sistema nervoso autonomo

Il sistema nervoso autonomo è responsabile delle reazioni tipiche delle diverse emozioni sperimentate nella quotidianità: variazione del battito cardiaco, sudorazione, secchezza della bocca ecc. Il sistema nervoso autonomo presenta due afferenze: sistema nervoso simpatico e parasimpatico.

Il primo è responsabile dell'attivazione del corpo volta ad una situazione di emergenza: attacco o fuga, *fight or flight*. Questa è la risposta fisiologica immediata che si attiva in seguito ad un pericolo o minaccia percepito dall'organismo. Quando il potenziale pericolo è percepito o anticipato, l'amigdala attiva il SNA e facilita il rilascio di ormoni quali adrenalina e cortisolo (Milosevic, 2015). Vengono coinvolti altri apparati, alcuni inibiti e altri attivati, per permettere rilascio maggiore di zuccheri, un'accelerazione del battito cardiaco affinché i muscoli vengano riforniti di sangue, la digestione rallenta: il risultato sarà un'immediata energia che permetterà all'individuo di sopravvivere. Questo significa che l'attivazione distribuisce l'energia da aree del corpo associate al rilassamento ad aree che permettono al soggetto di evitare un pericolo. Ovviamente la risposta *fight or flight* ha un significato adattivo dal punto di vista evolutivo, ma in alcuni casi (come nel caso della sintomatologia ansiosa) questo sistema può attivarsi per situazioni non realmente pericolose, risultando così disfunzionale.

Per quanto riguarda il sistema parasimpatico, esso è responsabile di un'attività di distensione e rilassamento. Dopo aver sperimentato una forte emozione, il battito cardiaco rallenta, la pressione arteriosa torna nei normali valori, e così via. Questo sistema ristabilisce l'equilibrio e permette la conservazione dell'energia. Mentre il sistema nervoso simpatico prevede un'attivazione rapida, il sistema nervoso parasimpatico è caratterizzato da una risposta molto più lenta, anche dovuta al fatto che l'attivazione simpatica perdura per 20-30 minuti dopo l'emozione.

Risposte emozionali controllate dal sistema nervoso autonomo sono anche quelle del *fright* e del *freezing*.

La risposta di *freezing* è una risposta di ipervigilanza che prevede che l'individuo sia sull'attenti, in uno stato di allerta. Si parla di uno stato in cui mobilitazione e immobilizzazione avvengono in contemporanea, in cui la persona si prepara alla fuga o alla lotta. Il *fright* invece è una condizione di immobilità tonica, il terrore del "fingersi

morti”: l’organismo è immobile, ma abbiamo un picco di attivazione simpatica, che prevede tachicardia, vasocostrizione, iperallerta e uno stato di preparazione alla fuga.

Per riassumere si possono avere due tipologie di risposta autonoma:

- attivazione simpatica (*uproar*) che prevede palpitazioni, tensione muscolare, sensazione di irrealtà, vertigini ecc.
- attivazione parasimpatica (*shut-down*) che prevede bradicardia, vasodilatazione, ipotensione, un intorpidimento emotivo e un fallimento cognitivo.
-

1.4. I test emozionali

L’ultima parte di questo capitolo sarà interamente dedicata alle modalità a cui si fa ricorso in laboratorio per lavorare – anche – con le emozioni.

I test di attivazione psicofisiologica, o test da stress, in laboratorio prevedono la riproduzione in ambulatorio di quelle situazioni presumibilmente legate ad un eventuale disturbo o condizione, misurando contemporaneamente la reattività psicofisiologica del paziente a tali condizioni stimolo (Palomba & Stegagno, 2004). Tra i test di attivazione troviamo:

- Test cognitivi (ad es. calcolo mentale, *problem solving*, ecc.)
- Test psicosociali (ad es. parlare in pubblico)
- Test fisici (ad es. *step test*, test di iperventilazione)
- Test emozionali (visione o immaginazione di eventi, stimoli a contenuto emotigeno)

Ai fini del presente lavoro di tesi ci si soffermerà sugli ultimi.

Una prima tecnica da citare è quella dell’*emotional imagery*, una tecnica immaginativa in cui all’individuo viene chiesto di immedesimarsi in una situazione come se la stesse provando in prima persona, includendo ogni elemento eventualmente presente durante la situazione ipotetica. Ad esempio, si può presentare un testo che descrive una scena neutra, spiacevole o piacevole e chiedere alla persona di leggerla e di immedesimarsi in ciò che la situazione descrive.

Uno dei principali test emozionali è l’*emotional passive viewing*, ovvero un test che utilizza come stimoli emotigeni diapositive, immagini, parole, suoni o volti che

esprimono un'emozione. Questi stimoli vengono scelti in base, oltre che a specifici contenuti di interesse, alla valenza emozionale (da piacevoli a spiacevoli) e all'*arousal* (minimamente o massimamente attivanti). Un esempio di stimoli emotigeni frequentemente utilizzato è quello dell'*International Affective Picture System (IAPS)*, un *set* internazionale, accessibile a tutti, di fotografie standardizzate a colori, in grado di evocare una risposta emozionale. Gli stimoli appartengono a diverse categorie semantiche, quali possono essere stimoli fobici, erotici, neutri, corpi mutilati, persone malate, interventi chirurgici, animali ecc. Le IAPS dovrebbero permettere un migliore controllo sperimentale nella selezione dello stimolo emotivo, facilitare il paragone dei risultati tra diversi studi condotti nello stesso o in un altro laboratorio, ed infine incoraggiare l'esatta replica tra i diversi laboratori di ricerca che valutano problemi basilari e applicati nelle scienze psicologiche. Questo sistema di stimoli si basa su una visione dimensionale delle emozioni, proposta da Wundt (1896), secondo la quale l'emozione può essere definita da una coincidenza di valori su diverse dimensioni strategiche. Vi sono tre dimensioni:

- Valenza affettiva, responsabile delle differenze nel giudizio semantico, che varia da piacevole a spiacevole;
- *Arousal*, riflette il parametro di attivazione nell'esperienza affettiva e varia da calmo a eccitato;
- Dominanza (o controllo), meno correlata rispetto alle altre.

Il coinvolgimento emotivo si basa sull'attivazione dei circuiti neurali, corticali e sottocorticali che mediano i cambiamenti espressivi, somatici e autonomici, associati con l'espressione affettiva, motivo per cui le immagini rappresentano dei *cues* particolarmente adatti per l'attivazione associativa. Esse, infatti, condividono caratteristiche sensoriali con l'immagine stessa, facendo sì che questo *cue* attiverà la rappresentazione visiva che include le associazioni alle strutture sottocorticali che mediano il comportamento difensivo. Altri tipi di *cues*, come il linguaggio, non condividono queste caratteristiche sensoriali, non risultando ugualmente efficaci ed efficienti (Lang, Bradley & Cuthbert, 2005). Per valutare le tre dimensioni del piacere, *arousal* e dominanza si fa ricorso ad un sistema di valutazione affettiva creato da Lang (1980) chiamato *Self-Assessment Manikin (SAM)*. Questo sistema indica le reazioni emotive tramite un grafico che raffigura i valori

delle tre dimensioni prima citate in una scala; il grafico prevede il disegno di cinque omini (Figura 7).

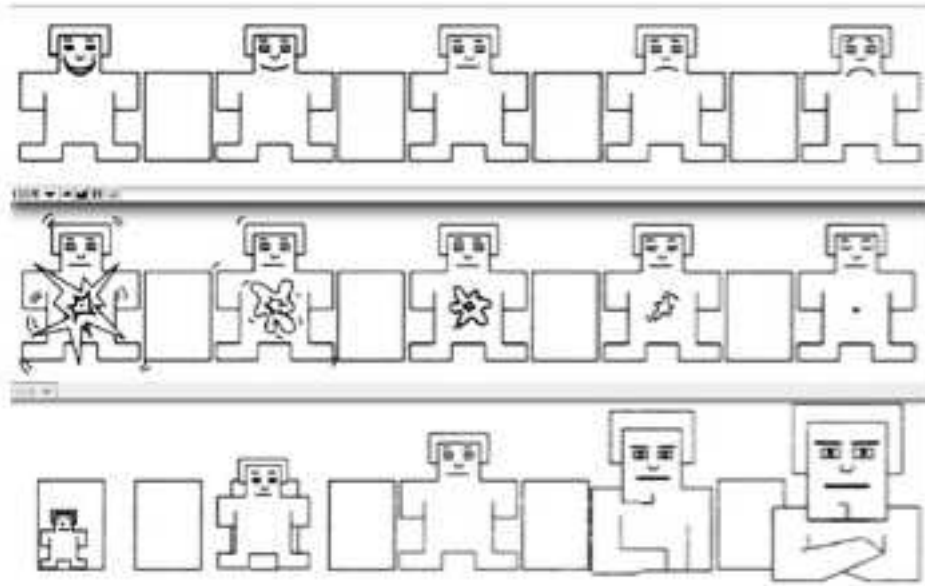


Figura 7. Versione carta e penna del Self Assessment Manikin (Fonte: Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005).

Per la valenza affettiva, il grafico va da un omino sorridente ad una figura triste, per quanto riguarda la dimensione dell'*arousal*, il SAM varia da una figura eccitata e con gli occhi spalancati ad una figura rilassata e assonnata; infine, la dimensione del controllo varia da una figura grande (dominante) ad una figura piccola (dominata). Il soggetto può quindi indicare la sua reazione emotiva scegliendo tra il *range* dato dalle cinque figure presentate dallo strumento, oppure ponendosi nel mezzo di due figure. Questo implica che ogni dimensione viene valutata su una scala a 9 punti, dove 1 rappresenta un valore di basso *arousal*, bassa dominanza e scarso piacere e 9 indica un valore di *arousal* alto, controllo alto e piacere (Lang, Bradley & Cuthbert, 2005). Un punto di forza del SAM sta anche nel fatto che è uno strumento *culture-free* e *language-free*: dunque, può essere somministrato in diverse culture e paesi, senza perdere la sua efficacia.

Analizzando le dimensioni di *arousal* e piacevolezza, si nota che se le immagini IAPS sono valutate come maggiormente piacevoli o spiacevoli, i punteggi dell'*arousal* sono altrettanto alti, e se le immagini sono valutate come neutre, l'*arousal* tende ad avere valutazioni più basse. Se figuriamo questo effetto su un grafico si noterà un'area dalla forma di un *boomerang*, definita "*affective space*" (Figura 8).

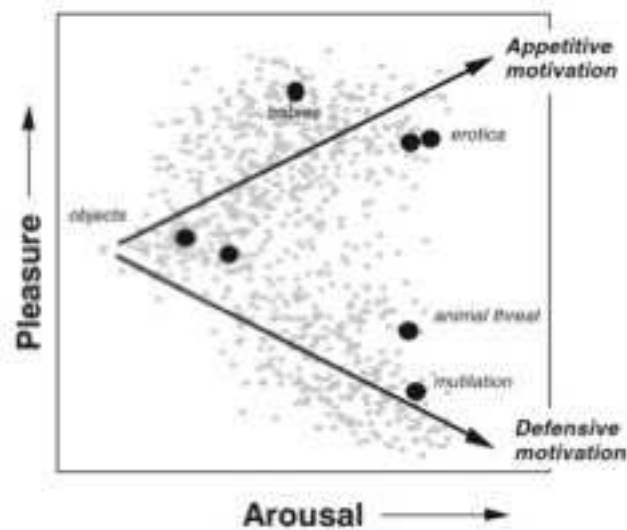


Figura 8. Grafico rappresentante l'affective space (Fonte: Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997).

L'*affective space* viene spiegato dal fatto che i giudizi di piacevolezza o *arousal* riflettono il livello di attivazione nei sistemi appetitivo e difensivo: quando nessuno dei due sistemi fondamentali è attivo, il giudizio diventa neutro.

Ci sono diversi studi che hanno approfondito e registrato l'attivazione e reazione fisiologica alla visione degli stimoli IAPS. Si consideri come prima misura di interesse la conduttanza cutanea: essa è particolarmente potenziata durante la visione di stimoli ad alto *arousal* piacevoli o spiacevoli, rispetto agli stimoli neutri, suggerendo un'attivazione del sistema simpatico. Per quanto riguarda la frequenza cardiaca, invece, mostrando un'immagine per sei secondi si assiste ad un iniziale decremento della frequenza cardiaca, dovuto probabilmente ad una prima fase di orientamento, seguita da un'accelerazione e ancora un'ultima fase di rallentamento. La dimensione della valenza affettiva può contribuire a spiegare questi cambiamenti: gli stimoli spiacevoli contribuiscono ad una maggiore decelerazione iniziale, probabilmente perché necessitano di una fase più lunga di orientamento e *in-take* dello stimolo. Gli stimoli piacevoli, invece, sono responsabili della componente acceleratoria (Lang, Bradley & Cuthbert, 1997). Per quanto riguarda lo studio dei potenziali evocati (ERP), il risultato che accomuna più esperimenti è relativo alla modulazione di un potenziale positivo che inizia a 300-400 ms dopo la visione dell'immagine: questo potenziale è più ampio se si visiona materiale a valenza positiva o negativa, rispetto alle immagini neutre. Questo effetto è mantenuto anche per immagini con un punteggio di *arousal* elevato (*ibidem*).

Confermando i dati relativi ai potenziali evocati, il segnale BOLD (*blood-oxygenation-level-dependent*) risulta amplificato per immagini con una valenza affettiva rispetto ad un'immagine neutra, riportando cambiamenti nell'emisfero destro, nella corteccia (*ibidem*). Il cambiamento più evidente si ottiene nella corteccia fusiforme visiva per stimoli ad alto *arousal* e contenuti erotici, di minaccia e mutilazione; si registra, invece, una minore attività per immagini di bambini, animali felici e oggetti neutri (Lang, Bradley & Cuthbert, 2005).

L'analisi degli indici fisiologici appena riportata conferma come strumenti, come i test emozionali e il ricorso alle IAPS, possano rivelarsi preziosi e utili nello studio delle reazioni emotive e tutto ciò che è ad esse correlato.

CAPITOLO SECONDO – L’EMPATIA

Nel seguente capitolo si tratterà il costrutto dell’empatia, discutendone le definizioni ed implicazioni teoriche, per poi approfondire i circuiti cerebrali coinvolti nei processi empatici. Infine, si guarderà ad un particolare questionario utilizzato per la valutazione della risposta empatica, focalizzandosi sulle sue sottoscale e gli studi neuroscientifici ad esse legate.

2.1. Costrutto di empatia

L’empatia è un costrutto molto studiato, ma sul quale si nota ancora molta confusione, probabilmente data dalle definizioni filosofiche, psicologiche, sociali e di senso comune esistenti. Secondo Batson (2009), viene considerata da molti studiosi un concetto importante, ma senza che sia chiaro il perché sia importante, gli effetti che produce, da dove deriva e soprattutto cosa è.

Batson parla di almeno otto fenomeni a cui viene attribuita – erroneamente – l’etichetta di empatia. Si riportano gli otto fenomeni e tra parentesi il costrutto effettivo a cui corrispondono:

- a. Conoscere lo stato interno di un’altra persona, includendo suoi pensieri e sensazioni (empatia cognitiva);
- b. Adottare la postura o coordinare la risposta neurale di un soggetto osservato (imitazione motoria);
- c. Sentire ciò che un’altra persona sente (definizione comune di empatia);
- d. Intuire o proiettare un individuo in una situazione (definita da Wispè (1968) “*aesthetic empathy*”);
- e. Immaginare come un’altra persona pensa e sente (*perspective taking*);
- f. Immaginare come una persona penserebbe e si sentirebbe al posto di un’altra (*role taking* o empatia cognitiva);
- g. Sentire *distress* mentre si assiste alla sofferenza altrui (*personal distress*);
- h. Essere dispiaciuti per un individuo che soffre (*empathic concern*).

Risultano evidenti non solo la difficoltà del definire il concetto di empatia, ma anche i vari aspetti e sfaccettature che essa include.

Tra le numerose definizioni esistenti del costrutto di empatia, si riporta quella di Moriguchi (2007) secondo cui “[...] il costrutto di empatia fa riferimento all’abilità di identificarsi con e condividere indirettamente pensieri e sensazioni degli altri.”

Preston e de Waal (2002), invece, definiscono l’empatia come “[...] un vasto concetto che si riferisce alla nostra abilità di simulare mentalmente – non necessariamente emotivamente, ma anche cognitivamente – gli stati mentali degli altri, il che ci aiuta a predire le loro esperienze, intenzioni e bisogni”.

Nonostante la vasta e discordante letteratura a riguardo del tema, si concorda nel definire tre aspetti essenziali dell’empatia:

- a. Una componente affettiva: una risposta affettiva ad un’altra persona, che può potenzialmente comportare una condivisione dello stato emotivo altrui.
- b. Una componente cognitiva: la capacità di prendere la prospettiva dell’altra persona, pensando e comprendendo l’altrui stato mentale.
- c. Dei meccanismi regolatori: la cui funzione è tenere traccia del punto di origine dei sentimenti propri e dell’altra persona.

Molti studiosi sono d’accordo nel concordare l’importanza del processo di mentalizzazione, o *Theory of Mind* (ToM), nella componente cognitiva empatica (Eslinger, 1998). I processi di ToM sono descritti come “[...] l’abilità di percepire e pensare al di là dei nostri bisogni, obiettivi e desideri, includere quelli degli altri è necessario per l’emergenza dei modelli, schemi mentali” (*ibidem*). La mentalizzazione viene anche descritta come il processo di pensare ai contenuti delle menti delle altre persone (Masten, Morelli & Eisenberger, 2011).

Infine, ultima nota per terminare la definizione del costrutto: vi è una distinzione tra l’empatia di stato dall’empatia di tratto. La prima prevede un’esperienza momentanea elicitata dall’osservazione e condivisione di uno stato affettivo o emozionale, mentre la seconda riflette un’inclinazione stabile a comprendere e condividere lo stato affettivo altrui in una serie di contesti (Hou, Allen, Wei, Huang, Wang, DeYoung & Qiu, 2017).

Una volta definita l’empatia, si procede ad un’analisi differenziale.

In prima istanza l'empatia va distinta dalla compassione, la quale è definita come “[...] una sensazione di preoccupazione per la sofferenza di un'altra persona che è accompagnata dalla motivazione ad aiutare” (Singer & Klimecki, 2014). Uno stato affettivo elicitato dall'empatia non è necessariamente legato ad una motivazione prosociale, che è la preoccupazione rispetto al benessere altrui. Questo collegamento, invece, esiste tra prosocialità e compassione: affinché l'empatia elicitati motivazione prosociale deve diventare compassione.

L'empatia si distingue anche dal contagio emotivo, definito da Hatfield, Cacioppo e Rapson (1994) come “[...] la tendenza a mimare automaticamente e sincronizzare espressioni facciali, vocalizzi, posture e movimenti con quelle di un'altra persona e di conseguenza, convergere emotivamente” e ancora da Hatfield (2009) come “[...] l'adozione automatica dell'emozione di un'altra persona”.

Una persona empatica è consapevole del fatto che il proprio stato affettivo è elicitato dallo stato di una persona con la quale empatizza. Dunque, il contagio emotivo è un precursore dello sviluppo della capacità empatica, ma non è considerato una risposta empatica, poiché la persona assimila gli stati affettivi di un'altra senza essere consapevole che ciò che sta sentendo non appartiene a sé stesso/a (Hein & Singer, 2008). L'autoconsapevolezza è, infatti, un aspetto fondamentale dell'empatia, poiché riconoscere i propri sentimenti è la base per l'identificazione con quelli altrui.

Un'altra differenza da citare è tra quella esistente empatia e *mimicry* (imitazione), definita come “[...] la sincronizzazione del comportamento e dell'espressione emozionale” (Preston e De Waal, 2002) che agisce automaticamente in risposta alla risposta emotiva di un individuo, ma che non garantisce una distinzione tra sé e altro.

Il distress empatico, infine, si riferisce ad una risposta forte, avversiva e *self-oriented* alla sofferenza altrui, accompagnata dal desiderio di ritirarsi dalla situazione, in modo tale da proteggersi da un eccesso di sensazioni negative (Singer & Klimecki, 2014).

2.2. Circuiti cerebrali dell'empatia

Da un punto di vista neurobiologico, l'empatia si basa su una serie di strutture cerebrali e di sistemi che comprendono la corteccia, il tronco encefalico, il sistema nervoso autonomo (SNA), l'asse ipotalamo ipofisi surrene (HPA) e il sistema endocrino che regola

l'attaccamento e l'affiliazione sociale, gli stati comportamentali, la regolazione e la reattività (Decety, 2011).

Infatti, riprendendo quanto già affrontato nel capitolo primo, si ricorda che il cervello dell'essere umano è costruito su sistemi motivazionali ed emotivi che generano stati affettivi come indicatori di adattamento: i meccanismi neurobiologici si sono evoluti per riuscire a differenziare stimoli ostili e non, ed organizzare risposte adattive per gli stessi. A regolare questi meccanismi è il sistema limbico, con le sue proiezioni alla corteccia orbitofrontale (OFC) e alla corteccia cingolata anteriore (ACC), le quali sono coinvolte nella valutazione e regolazione delle emozioni e nel *decision making*.

2.2.1. Il modello integrativo dell'empatia e il *mirroring*

Preston e de Waal (2002) propongono un modello integrativo dell'empatia, anche detto *Perception-Action Model* (PAM), secondo il quale la percezione di un'azione o emozione attiva automaticamente i meccanismi neurali responsabili per la generazione di quelle stesse azioni o emozioni. Questo sistema suggerisce all'osservatore di ragionare con lo stato emotivo di un altro individuo, inteso come un risultato dell'attivazione della rappresentazione motoria e delle risposte autonome e somatiche dell'osservatore elicitate dall'oggetto osservato (Moriguchi, Decety, Ohnishi, Maeda, Mori, Nemoto & Komaki, 2007).

Una spiegazione di questo modello risiede nel fenomeno del *mirroring*. Secondo alcuni studi di Carr (2003), Leslie (2004) e Wild (2003), sia la componente empatica affettiva che quella cognitiva potrebbero essere basate sul sistema di *mirroring*, che è un'attivazione automatica delle rappresentazioni motore delle azioni osservate, che ci aiutano a comprendere gli stati mentali altrui tramite processi di simulazione (Nummenmaa, Hirvonen, Parkkola, & Hietanen, 2008).

Alla base di questo fenomeno vi sono i neuroni specchio, ovvero neuroni che permettono azioni di imitazione e simulazione, presenti nella corteccia ventrale premotoria (area F5) e parietale (area PF) (Bear, Connors & Paradiso, 1999). Gli studi sui neuroni specchio mostrano come l'osservazione di un'azione produce, nell'osservatore stesso, l'attivazione automatica degli stessi meccanismi neurali elicitati dall'esecuzione dell'azione (Gallese, 2006). Gli studi di Rizzolatti (2001) mostrano che, quando una scimmia osserva o riproduce un'azione diretta ad un obiettivo, i neuroni nell'area F5 e PF si attivano,

lasciando intendere che il processo di comprensione del comportamento altrui è basato sulla mappatura di una rappresentazione motore o somatosensoriale dell'azione osservata (Brass & Heyes, 2005*).

Il fenomeno di *mirroring* è supportato da due risultati:

- La corteccia frontale inferiore mostra una maggiore attivazione per l'esecuzione di azioni della mano elicitate dall'osservazione di movimenti della mano simili vs. dissimili (imitazione), suggerendo un meccanismo di imitazione che corrisponde direttamente all'azione osservata nella rappresentazione motoria (Iacoboni, 1999*);
- La rappresentazione motoria dell'azione è attivata più fortemente quando l'azione osservata è percepita in prima persona piuttosto che in terza persona (Jackson, 2006).

Gli effetti del *mirroring* si possono notare anche in comportamenti emozionali: osservare e sperimentare disgusto attiva delle regioni sovrapposte in un circuito emozionale che coinvolge l'insula.

Gli studi sopracitati suggeriscono che sia l'empatia cognitiva che emotiva si basano sul sistema dei neuroni specchio o un circuito di rappresentazione e azione. L'attivazione del cervello che deriva dall'osservazione dell'azione, dalla simulazione e dall'esecuzione, si manifesta nella corteccia premotoria dorsale e supplementare motoria, il giro sopramarginale e il lobo parietale superiore (Grezes and Decety, 2001*); questo può essere considerato il *core system* dell'empatia, poiché provvede ad un supporto elementare delle azioni e comportamenti altrui tramite una simulazione motoria.

Focalizzandosi maggiormente sulla componente affettiva dell'empatia, alcuni studi (per esempio Jabbi et al., 2007; Wicker et al., 2003) mostrano come – rispetto alla componente cognitiva – questa comprenda altri sistemi (come la corteccia insulare) per la comprensione degli stati emotivi: questi sistemi non sono specifici dell'empatia, ma sono coinvolti nella percezione e generazione degli stati emotivi: l'empatia emotiva potrebbe, dunque, coinvolgere il sistema centrale dell'empatia in misura maggiore rispetto alla componente cognitiva.

Prima di tutto, va preso in considerazione il fatto che la valenza emotiva di uno stimolo è rapidamente inviata alle cortecce somatosensoriali (Adolphs, 2002*); in secondo luogo, si ricordi che il contagio emotivo è un processo rapido e automatico: negli studi di Dimber

e Thunberg (1998) si può notare, tramite segnale elettromiografico, che la risposta a delle immagini raffiguranti espressioni facciali è immediata e inconsapevole. Questo implica che la risposta non è un'imitazione puramente fisica, ma è probabile che il contagio emotivo giochi un ruolo importante qui. Terzo e ultimo motivo, studi svolti con la magnetoencefalografia (MEG) suggeriscono l'esistenza di un meccanismo di filtro che valuta la rilevanza sociale di un'azione osservata, e modula come l'informazione è inviata all'area che contribuisce alla sua rappresentazione motoria.

2.2.2. Studi sul dolore

Una conferma ulteriore al modello integrativo dell'empatia è data da diversi studi volti ad esaminare l'empatia in relazione al dolore altrui, i quali hanno mostrato substrati neurali condivisi. Guardare altre persone in situazioni dolorose è un processo che si basa sui meccanismi neurali che mediano la componente motivazionale-affettiva del *pain processing*. La corteccia cingolata anteriore (ACC) (**Figura 9**) e l'insula anteriore (AI) sono attivate dall'esperienza del dolore provato su sé stessi e dall'osservazione di altri in situazioni dolorose.

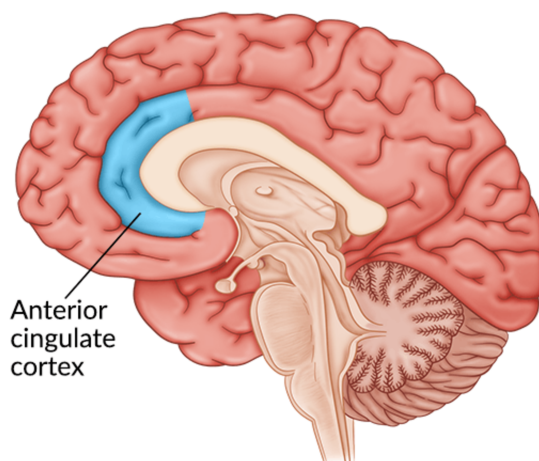


Figura 9. Corteccia cingolata anteriore (ACC) (Fonte: <https://www.flintrehab.com/anterior-cingulate-cortex-damage/>).

Lo studio di López-Solà, Koban, Krishnan, & Wager (2020) tenta di ricercare un marker neurale dell'empatia relativo al dolore vicario, concentrandosi sul pattern del *Vicarious Pain Signature* (VPS), usato per tracciare l'intensità del dolore vicario in nuovi individui e studi. Il VPS risponde più fortemente quando le immagini del dolore altrui elicitano una valutazione alta vs bassa del dolore vicario. Al contrario, il VPS non risponde affatto

durante esperienze dirette di dolore fisico in prima persona. Questo VPS è stato sviluppato usando un paradigma “*picture-based*”, in cui i partecipanti osservavano immagini di azioni dolorose inflitte ad art superiori e inferiori di sconosciuti. Un altro paradigma di empatia usato comunemente - come si è avuto modo di vedere- , è quello *cue-based*, il quale coinvolge un *setting* in cui una persona osserva il proprio partner sperimentare dolore in tempo reale. Vi sono differenze fondamentali tra i due paradigmi:

- le risposte *picture-based* possono essere guidate parzialmente da una salienza visuospatiale

- empatia *cue-based* richiede un’interpretazione cognitiva di un significato di un *cue* che altrimenti sarebbe neutro, per generare esperienza empatia. Inoltre, essendo la persona coinvolta solitamente un amico o un partner romantico dell’osservatore, i paradigmi *cue-based* potrebbero generare, delle risposte empatiche più forti, riducendo la reazione avversiva automatica elicitata da immagini dolorose (López-Solà, Koban, Krishnan,& Wager, 2020). Si procede ora a descrivere una serie di studi sul dolore relativi al costrutto di empatia.

Uno studio (Moriguchi et al., 2007) in particolare si basa sul confronto tra individui con alessitimia, cioè persone inabili a identificare, comprendere o descrivere le proprie emozioni, e soggetti non alessitimici. Ai partecipanti era richiesto di guardare clip rappresentanti mani e piedi in situazioni dolorose. L’ipotesi di base è legata al fatto che l’alessitimia può essere associata ad una riduzione dell’empatia, confermata dalle misure comportamentali che mostrano come il gruppo alessitimico riporti punteggi più bassi in questionari che valutano qualità empatiche. Rispetto alle misure fMRI, lo studio mostra come l’effetto principale della visione di stimoli dolorosi era associato ad un’attivazione nella corteccia somatosensoriale, nel talamo, nella corteccia cingolata anteriore, nell’insula anteriore, nel cervelletto, nella corteccia prefrontale laterale e nel tronco encefalico. L’attivazione in queste aree coinvolge l’empatia per il dolore, senza che venga riportata una sensazione di effettivo dolore procurato. Il gruppo alessitimico mostrava una minore attivazione nella corteccia prefrontale laterale sinistra, nel ponte dorsale, nel cervelletto e nella corteccia cingolata anteriore rispetto al gruppo non alessitimico (Singer et al., 2004; Jackson et al., 2006; Lamm et al., 2007), confermando l’ipotesi proposta dallo studio in prima istanza.

Ovviamente, bisogna sottolineare come le attivazioni correlate all'empatia siano mediate da fattori personali quali caratteristiche individuali, genere, fattori legati al contesto, dalla conoscenza ed esperienza individuale del dolore.

A conferma di questo, si presentano due studi di neuroimmagine, i quali hanno studiato come i medici reagiscono alla percezione del dolore altrui. Uno studio metteva a confronto la risposta neuro-emodinamica in un gruppo di medici e in un gruppo di controllo, mentre veniva chiesto di visionare video raffiguranti volti, mani e piedi mentre venivano punti da aghi (situazione dolorosa) o toccati da bastoncini di ovatta (situazione non dolorosa). I risultati hanno mostrato un'attivazione della matrice del dolore nel gruppo di controllo quando i partecipanti attendevano una situazione dolorosa rispetto a una non dolorosa. Un *pattern* diverso del segnale è stato trovato nel gruppo dei medici quando guardavano procedure dolorose. Le regioni corticali adibite alle funzioni esecutive (corteccia prefrontale mediale e dorsolaterale) e all'attenzione esecutiva (giro precentrale, solo parietale superiore e giunzione temporo-parietale) si attivavano, mentre la matrice del dolore non risultava attivata.

Un altro studio focalizzato sugli ERP, che vedeva come protagonisti un gruppo di medici accoppiati con un gruppo di controllo a cui venivano mostrati gli stessi stimoli visivi, ha mostrato una differenziazione della componente N110, che riflette un *arousal* negativo, e una latenza maggiore della P300 nelle regioni centro parietali nei controlli. Queste risposte ERP non sono state viste nei medici, il che indica come la regolazione affettiva e il contesto lavorativo abbiano effetti precoci, inibendo o valutando il processo *bottom-up* di *arousal* negativo che deriva dalla percezione di stimoli dolorosi (Decety, 2011).

Tirando le fila del discorso, si può affermare che nello studio dell'empatia per il dolore appaiono come fondamentali due regioni: l'insula anteriore (AI) e la corteccia cingolata anteriore (ACC), che si attivano durante esperienze personali di dolore e di osservazione di dolore altrui (Singer & Klimecki, 2014). Queste due regioni mostrano un'attività aumentata durante l'osservazione di altri stati emozionali, risultando così associate sia ad un'empatia di stato che ad un'empatia di tratto. Una metanalisi di Lamm (2011) ha confermato quanto appena descritto, dimostrando come il cervello possa usare l'esperienza personale per accedere e comprendere l'esperienza altrui.

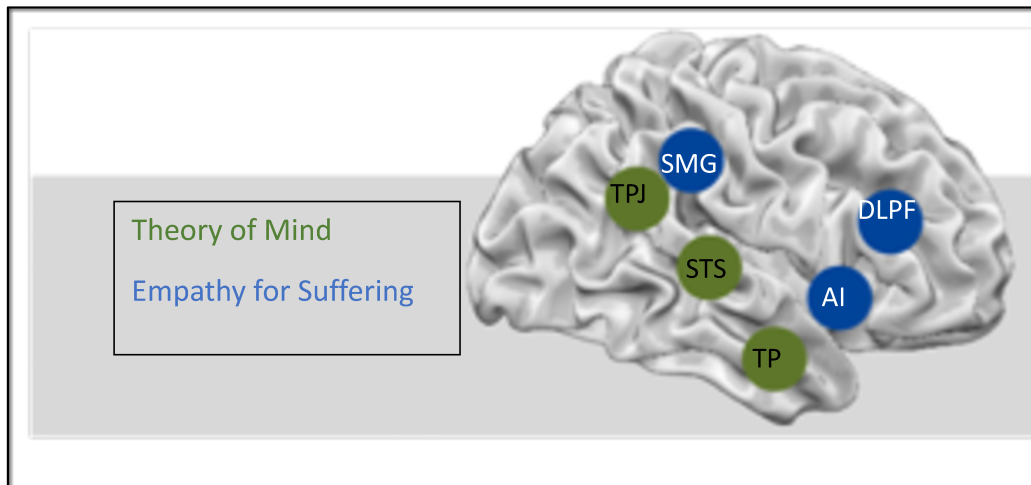


Figura 10 Network neurali separabili implicati nella Theory of Mind (in verde) e nell'empatia (in blu). (Fonte: Preckel et al., 2018)[modificata].

Infine, si presenta uno studio svolto da Singer e colleghi (2004) basato su un paradigma che permetteva di studiare l'esperienza empatica *in vivo*. Partendo dal presupposto che nelle coppie i partner siano più propensi a provare empatia l'uno per l'altra, a partecipare a questo esperimento furono sedici coppie. Lo studio prevedeva la registrazione dell'attività cerebrale delle donne mentre venivano somministrati stimoli dolorosi sulla mano destra della donna o su quella del suo partner, tramite un elettrodo attaccato al dorso della mano. Il partner era seduto accanto allo scanner MRI e la mano destra di ogni soggetto era posizionata su un tavolo inclinato, permettendo così alla *partner* - con l'aiuto di uno specchio - di guardare la propria mano destra e quella del partner. Su uno schermo posizionato dietro il tavolo, venivano presentati i *cues* in ordine casuale, che indicavano se uno dei due partner stesse per ricevere una stimolazione dolorosa nulla o alta. L'argomento di massimo interesse per i ricercatori si riferiva ad un confronto tra l'attività cerebrale correlata al dolore nel contesto del sé o dell'altro. Dopo lo *scanner* venivano somministrati questionari per validare le misure delle soglie del dolore individuali fatte prima dell'ingresso nello *scanner*, per ottenere una prova soggettiva dell'esperienza empatica durante le acquisizioni fMRI, e per asserire differenze individuali stabili nell'empatia così da determinare se questi punteggi effettivamente predicessero l'ampiezza dell'attività cerebrale correlata all'empatia. I risultati mostrarono come i *trials* non dolorosi erano valutati come significativamente meno spiacevoli rispetto ai *trials* dolorosi, indipendentemente dal fatto che lo stimolo doloroso venisse applicato a sé stessi

o al partner. Mettendo a confronto l'attività cerebrale associata con *trials* dolorosi e non dolorosi nella condizione del dolore somministrato su di sé, si può notare un'attività aumentata nella corteccia somatosensoriale primaria (SI), nella corteccia somatosensoriale bilaterale secondaria (SII), con un picco di attivazione nell'insula posteriore controlaterale, che si estende nella SII, nell'AI e in ACC. Una particolare analisi si proponeva di valutare le interazioni in maniera tale da identificare regioni dove c'erano attivazioni correlate al dolore più forti nella condizione del sé o degli altri. Queste analisi hanno confermato l'attivazione controlaterale nella SI/MI e nella SII/ insula posteriore. I risultati ottenuti confermano quanto precedentemente visto in letteratura, sottolineando così il ruolo di SI, SII, ACC, talamo, tronco encefalico e cervelletto, ed aggiungendo come solo una parte del *network* che media l'esperienza dolorosa è condivisa quando si empatizza con il dolore negli altri (**Figura 11**). Empatizzare con il dolore altrui elicitava, infatti, attività principalmente nell'AI destra e sinistra, ACC, cervelletto laterale e tronco encefalico: questa attività è elicitata senza uno specifico focus sull'empatia, infatti i risultati suggeriscono un *engagement* automatico ai processi empatici quando si percepisce dolore nell'altro (Singer, Seymour, O'doherty, Kaube, Dola & Frith, 2004).

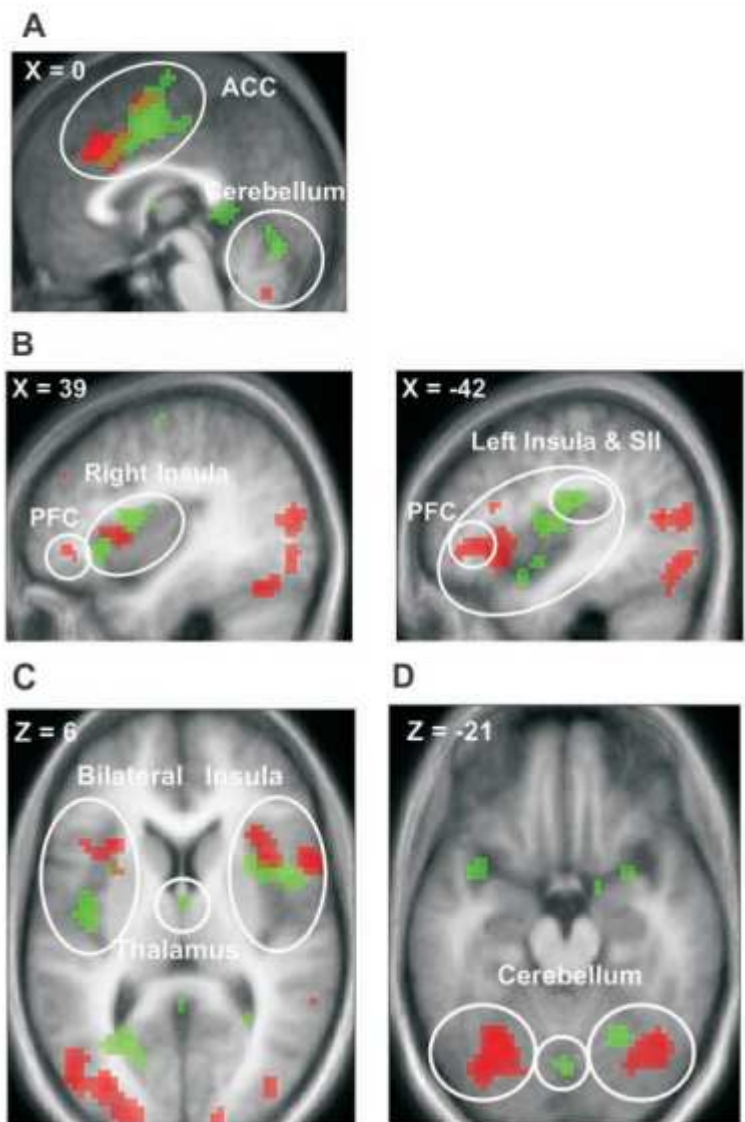


Figura 11. Attivazione correlata al dolore associata con lo sperimentale dolore su se stessi osservando il partner provare dolore. Le aree in verde rappresentano un'attivazione significativa per il contrasto dolore-non dolore nella condizione "sé", mentre le aree in rosso indicano il contrasto dolore-non dolore nella condizione "altri" (Fonte: Singer, Seymour, O'doherty, Kaube, Dola & Frith, 2004).

2.2.3. Basi neurali delle tre componenti empatiche

Nel paragrafo '2.1. Costrutto di empatia' si sono spiegate le tre principali componenti empatiche: a) componente affettiva, b) componente cognitiva e c) meccanismi regolatori. Questo spiega le differenze presenti tra le varie definizioni presenti in letteratura: alcuni studiosi pongono l'attenzione su un aspetto piuttosto che un altro.

Ad esempio, Hoffman (1981) vede l'empatia come una risposta involontaria a dei *cues* affettivi provenienti da un'altra persona, mentre Batson (1997) pone l'enfasi sull'abilità

di *role-taking*. In base a come l'empatia viene elicitata, si ha un diverso coinvolgimento delle due componenti empatiche:

- la tendenza automatica a mimare l'espressione degli altri (processo *bottom-up*);
- la capacità di trasporre immaginariamente su sé stessi le sensazioni e i pensieri di un'altra persona (processo *top-down*).

I due processi si basano su meccanismi neurali simili che sottostanno all'elaborazione emotiva, ma una sovrapposizione totale tra questi comporterebbe *distress* personale, poiché questo implicherebbe una mancata distinzione del confine tra le proprie sensazioni e quelle altrui, che ostacolerebbe direttamente la motivazione ad un comportamento adattivo (Decety & Jackson, 2006).

Si analizzano, dunque, le tre componenti empatiche dal punto di vista neurobiologico:

- a) *Condivisione affettiva tra il sé e l'altro (componente affettiva)*: in linea con il modello integrativo di Preston e De Waal (2002), Levenson e Ruef (1992) hanno scoperto che l'accuratezza di un individuo nell'inferire lo stato emozionale negativo di un'altra persona è legato al grado in cui gli stati fisiologici di entrambi gli individui sono sincronizzati: quando gli stati fisiologici corrispondono, c'è una comprensione maggiormente accurata dei sentimenti altrui. Uno studio fMRI (Carr, Iacoboni, Dubeau, Mazziotta & Lenzi, 2003) ha mostrato come nei partecipanti l'attività neurodinamica aumenta nelle regioni cerebrali implicate nell'espressioni facciali delle emozioni (solco temporale superiore, insula anteriore, amigdala) quando viene chiesto loro di osservare o imitare espressioni facciali relative a diverse emozioni. Questo processo di imitazione è responsabile per la condivisione affettiva tra sé e altri.

Questo è il motivo per cui, come si è visto nel precedente '2.2.2. Studi sul dolore' un ingente numero di ricerche si concentra sullo studio del dolore: l'osservazione del dolore negli altri è mediato da diverse aree cerebrali implicate nell'elaborazione di aspetti affettivi e motivazionali del dolore altrui.

- b) *Assumere la prospettiva dell'altro*: questa capacità richiede la simulazione dello stato mentale dell'altro usando il proprio meccanismo neurale (Decety & Jackson, 2006). In uno studio di Ruby & Decety (2004), ai partecipanti veniva chiesto di leggere delle frasi in grado di indurre un'emozione sociale, e in seguito di

immaginare come si sarebbero sentiti in quelle situazioni e come invece la loro madre si sarebbe sentita nella stessa. Quando i partecipanti assumevano il punto di vista materno, si è registrata un'attivazione della corteccia frontopolare, della corteccia prefrontale ventromediale, della corteccia prefrontale mediale e del lobulo parietale inferiore destro: zone implicate nei processi di *perspective-taking*. Invece l'amigdala e i poli temporali, aree coinvolte nei processi emotivi, erano attivati in condizioni cariche emotivamente per sé e per gli altri. I risultati di questo studio permettono di sottolineare i circuiti neurali condivisi che si attivano in queste situazioni legate ad una componente cognitiva empatica.

Come accennato precedentemente, risultano fondamentali nella componente cognitiva, i processi legati alla *Theory of Mind*. Infatti, le reazioni emotive spesso accadono rapidamente e involontariamente, dunque la comprensione di stati mentali non emotivi altrui richiede uno sforzo volontario e un processo di mentalizzazione attiva. Alcuni studi hanno mostrato come regioni coinvolte nei processi di mentalizzazione (**Figura 12**) siano la corteccia prefrontale mediale (Gallagher & Frith, 2003*), solco temporale superiore, giunzione temporoparietale e i lobi temporali (Dvash & Shamay-Tsoory, 2014).

- c) *Self-agency* e regolazione emotiva: come già spiegato in precedenza, una sovrapposizione assoluta tra la rappresentazione di sé e delle emozioni altrui potrebbe causare *distress* personale. L'agentività è un costrutto fondamentale nel concetto di empatia, e un ruolo critico per essa è giocato dalla giunzione destra parietale-temporale, dal precuneo e dal cingolato posteriore (Decety & Jackson, 2006). Bisogna sottolineare che una persona empatica è in grado di regolare le proprie emozioni e distinguerle da quelle altrui; una strategia potrebbe essere quella di generare un'immagine di sé stessi non intaccata dallo stato mentale altrui. Un fallimento della distinzione tra il proprio stato mentale e quello altrui sfocia in un mescolamento di questi stati; il risultato può essere quello del *bias* di egocentricità, ovvero la tendenza a proiettare il proprio stato mentale o emotivo su qualcun altro, oppure del *bias* alterocentrico, definito come l'influenza degli stati altrui sul proprio (Preckel, Kanske, & Singer, 2018).

Si parla di egocentricità cognitiva quando la propria conoscenza di una situazione influenza il ragionamento riguardo cosa qualcun altro pensa della stessa situazione, ma può anche influenzare semplici decisioni (Royzman et al., 2003), mentre si assiste ad egocentricità emozionale quando i propri stati emotivi influenzano il giudizio dello stato affettivo altrui (Silani et al., 2013).

A livello neurale, un'area critica per superare l'egocentrismo cognitivo è la giunzione temporoparietale destra (TPJ), connessa ad aree cruciali per la ToM, quali corteccia prefrontale (PFC) e corteccia cingolata posteriore (PCC). Superare l'egocentrismo emozionale, invece, coinvolge una regione nel giro sopramarginale destro: un'interruzione dell'attività di quest'area provocherebbe un aumento di egocentrismo emotivo. L'attivazione del giro sopramarginale (SMG) e della giunzione temporoparietale (TPJ) nei paradigmi ToM corrispondono ad un ruolo cruciale nella distinzione sé-altro (Preckel, Kanske, & Singer, 2018).

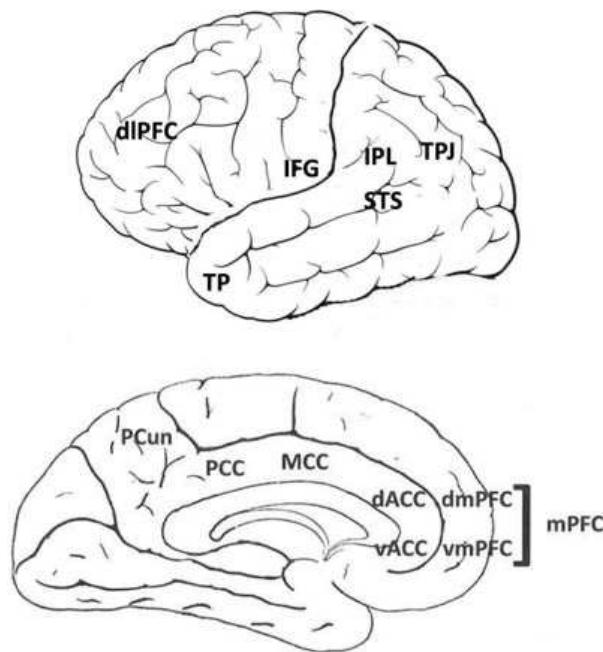


Figura 12. Aree neuroanatomiche associate alla Theory of Mind (Fonte: Dvash et al., 2014).

2.3. *Interpersonal Reactivity Index (IRI)*

Definito il costrutto teorico di empatia, e analizzato l'aspetto neurobiologico, si sposta ora l'attenzione ad un aspetto di interesse clinico. Esistono diverse modalità e questionari per una valutazione della risposta empatica, ma ai fini del seguente lavoro di tesi se ne descriverà uno in particolare, a cui si è fatto ricorso nella ricerca che verrà presentata nell'Appendice: l'*Interpersonal Reactivity Index*.

2.3.1. Il razionale teorico

L'*Interpersonal Reactivity Index (IRI)* è un indice *self-report* che rileva la responsività empatica come un *set* di costrutti, in aggiunta ad un concetto unitario. Davis (1994) definisce riduttiva, infatti, una visione che si concentra solo sull'aspetto cognitivo o emotivo dell'empatia; dunque, egli propone un approccio integrato, che permetta di valicare questa divisione, e che riesca a evidenziare “[...] *il ruolo congiunto di cognizione e affetti e che enfatizza la connessione, piuttosto che la separazione, fra le diverse espressioni della responsività empatica*” (Albiero, Ingoglia & Lo Coco, 2006).

L'autore spiega l'approccio integrato partendo dalla definizione dell'“episodio prototipico” empatico, costituito da: il soggetto che osserva, il soggetto osservato mentre sperimenta una situazione emotiva, la risposta dell'osservatore. Questo episodio prototipico è specificato da quattro costrutti:

- le caratteristiche dell'osservatore, dell'osservato e della situazione;
- i processi cognitivi dell'osservatore che permettono la conoscenza dello stato d'animo dell'osservato;
- la risposta che ha luogo nell'osservatore di fronte la situazione emotiva dell'osservato e che può essere affettiva o cognitiva;
- i comportamenti interpersonali che derivano dall'esposizione agli stati d'animo dell'osservato.

Con la descrizione di questo fenomeno, Davis vuole sottolineare ulteriormente l'importanza della congiunzione degli aspetti empatici che delinea la multidimensionalità tipica della risposta empatica (*ibidem*).

2.3.2. La struttura

Il test è composto da ventotto *item*, divisi in quattro sottoscale da sette *item* ciascuno. Alcuni *item* sono formulati in negativo rispetto al senso generale della scala, motivo per cui nel processo di *scoring* il punteggio di questi *item* viene invertito. Tutti gli *item* utilizzano una scala Likert a cinque punti da 1=“Non mi descrive bene” a 5=“Mi descrive molto bene” (Figura 13).

INTERPERSONAL REACTIVITY INDEX

The following statements inquire about your thoughts and feelings in a variety of situations. For each item, indicate how well it describes you by choosing the appropriate letter on the scale at the top of the page: A, B, C, D, or E. When you have decided on your answer, fill in the letter next to the item number. **READ EACH ITEM CAREFULLY BEFORE RESPONDING.** Answer as honestly as you can. Thank you.

ANSWER SCALE

A	B	C	D	E
DOES NOT DESCRIBE ME ME WELL.				DESCRIBES VERY WELL.

1. I daydream and fantasize, with some regularity, about things that might happen to me. (FS)
2. I often have tender, concerned feelings for people less fortunate than me. (EC)
3. I sometimes find it difficult to see things from the "other guy's" point of view. (PT) (-)
4. Sometimes I don't feel very sorry for other people when they are having problems. (EC) (-)
5. I really get involved with the feelings of the characters in a novel. (FS)
6. In emergency situations, I feel apprehensive and ill-at-ease. (PD)
7. I am usually objective when I watch a movie or play, and I don't often get completely caught up in it. (FS) (-)
8. I try to look at everybody's side of a disagreement before I make a decision. (PT)
9. When I see someone being taken advantage of, I feel kind of protective towards them. (EC)
10. I sometimes feel helpless when I am in the middle of a very emotional situation. (PD)
11. I sometimes try to understand my friends better by imagining how things look from their perspective. (PT)

Figura 13. Una parte dell'Interpersonal Reactivity Index (Fonte: Davis, 1980).

I punteggi di ogni sottoscala sono determinati dalla somma delle risposte degli *item*. L'attendibilità test-retest varia da .61 a .81 in un arco temporale di 60-75 giorni, la consistenza interna in termini di coefficiente alpha varia da .68 a .79 per le sottoscale (Albiero, Ingoglia, & Lo Coco, 2006).

Si presentano nel dettaglio le quattro sottoscale dell'IRI e degli *item* caratteristici di queste:

- a) *Perspective Taking*: valuta l'empatia cognitiva, dunque la tendenza a adottare il punto di vista psicologico degli altri (ad es. “*a volte cerco di comprendere meglio i miei amici immaginando come le cose appaiono dalla loro prospettiva*”)
- b) *Fantasy*: la tendenza a trasporre in maniera immaginaria sé stessi nelle sensazioni e azioni di personaggi fittizi di libri e film (ad es. “*resto veramente coinvolto dagli stati d'animo dei protagonisti di un racconto*”)
- c) *Empathic Concern*: valuta l'empatia emotiva e sentimenti di compassione e preoccupazione per gli altri (ad es. “*provo spesso sentimenti di tenerezza e di preoccupazione per le persone meno fortunate di me*”)
- d) *Personal Distress*: sentimenti *self-oriented* di ansia personale e disagio in *settings* interpersonali di tensione (ad es. “*quando vedo qualcuno che ha urgente bisogno di aiuto in una situazione di emergenza, crollo*”).

Queste scale dovrebbero essere usate separatamente poiché il questionario non ha come obiettivo la valutazione complessiva dell'empatia.

Le scale del *perspective taking*, *fantasy* ed *empathic concern* sono particolarmente utili in contesti clinici, poiché sottolineano implicazioni interpersonali e intrapersonali, differentemente dalla sottoscala del *personal distress* (Konrath, 2013).

Davis (1983) afferma che la *perspective taking* sembra essere associata a misure di funzionamento interpersonale e autostima, la *fantasy* con l'intelligenza e la cronicità emozionale, l'*empathic concern* con l'emozionalità e la preoccupazione per gli altri. Infine, il *personal distress* sembra essere correlato ad un'autostima più bassa e minore funzionamento interpersonale. La *perspective taking* non è correlata con misure di intelligenza, mentre i punteggi di *fantasy* non sono associati a misure di autostima e funzionamento sociale.

Per quanto riguarda la correlazione fra le scale stesse, sono significative, anche se moderate: di particolare rilievo il legame positivo fra *Perspective Taking*, *Empathic concern* e *Fantasy*. *Perspective Taking* e *Personal distress* hanno una relazione inversa, mentre la correlazione tra le due sottoscale relative all'empatia emotiva non sono rilevanti.

2.4. Fisiologia delle sottoscale IRI

In base a quanto descritto finora, si può affermare che il costrutto multidimensionale di empatia può essere studiato e definito secondo vari approcci: considerando una componente cognitiva ed emotiva, oppure considerando le quattro sottoscale descritte nell'IRI e nel modello integrato di Davis.

Al fine del presente lavoro di tesi si procederà parallelamente, descrivendo sia una componente più generica (affettiva e cognitiva), sia approfondendo le scale che possono essere ricondotte a queste componenti maggiori.

La componente affettiva si basa su regioni limbiche che sono attivate durante le esperienze affettive dirette come paura, disgusto e dolore fisico. Per esempio, la corteccia cingolata anteriore (dACC) e l'insula anteriore sono attivate entrambe durante l'esperienza diretta di dolore fisico e durante l'osservazione di un'altra persona che soffre (Singer et al, 2004).

La componente cognitiva, invece, si basa su un *network* di regioni associate alla mentalizzazione, descritto come il processo di pensare ai contenuti delle menti delle altre persone, e include attivazioni della corteccia ventromediale, mediale e dorsomediale prefrontale (VMPFC, MPFC, DMPEFC), il solco temporale superiore posteriore (pSTS), i poli temporali, la corteccia cingolata anteriore (PCC) e il precuneo (Masten, Morelli & Eisenberger, 2011).

Per quanto riguarda, invece, le sottoscale, l'*empathic concern* è spesso associato con un comportamento prosociale, come punto di partenza per permettere l'inizio di un processo di altruismo. Evoluzionisticamente parlando, questo comportamento di aiuto empatico può avere le sue origini in un aspetto parentale e genetico: un impulso primordiale alla cura, che, nel corso del tempo ha potuto lasciare il contesto parentale e seguire il principio di autonomia motivazionale. Studi comportamentali e di *neuroimaging* funzionale mostrano come un comportamento di cura per gli altri provoca una sensazione di benessere, grazie ad un rilascio di dopamina tramite la proiezione dei percorsi neurali dal tronco encefalico al *nucleus accumbens*.

Il *network* di ricompensa frontale-mesolimbico, infatti, è attivato tanto in una situazione di ricompensa monetaria quanto in una situazione in cui si sceglie liberamente di donare

denaro in beneficenza; infatti, le aree orbitofrontali laterali e mediali orbitofrontali-subgeniali giocano un ruolo fondamentale in meccanismi primitivi di attaccamento sociale, e sono coinvolte nel processo di decisione del donare per delle cause sociali. Pertanto, quelle aree originariamente volte alla protezione familiare, continuando ad evolversi, hanno aumentato la plasticità e flessibilità data dalla corteccia prefrontale, che si traduce in una capacità di apprendimento e operatività a livello del gruppo sociale e culturale.

Per quanto riguarda la scala *personal distress*, risulta correlata positivamente con il livello di attività neurale nel cingolato anteriore, nell'insula anteriore e nelle corteccie sensorimotorie. Le regioni coinvolte nella condivisione affettiva sono collegate maggiormente ad un'empatia *self-oriented*, ma possono comunque essere distinte dal sistema neurale associato con una capacità cognitiva di comprendere lo stato mentale altrui (Dosch et al., 2010; Jackson et al., 2006*). Infatti, Jackson (2006) conferma come un'empatia *self-oriented* comporti un'attività neurale maggiore nel *network* coinvolto nel provare dolore (corteccia secondaria somatosensoriale, corteccia cingolata anteriore, insula), mentre un'empatia *other-oriented*, come quella tipica della scala del *perspective taking*, sia associata ad un aumento di attività neurale nella corteccia parietale inferiore, corteccia cingolata posteriore, precuneo, giunzione temporo-parietale e corteccia prefrontale mediale. Dunque, *personal distress* e *perspective taking* condividono una serie di attività neurale, come, ad esempio: il livello di attivazione funzionale nel precuneo, la corteccia parietale inferiore, la corteccia prefrontale laterale, corteccia prefrontale mediale, corteccia premotoria, corteccia somatosensoriale, insula, corteccia cingolata anteriore e regioni temporali superiori, associati con un'empatia di tratto (Banissy, Kanai, Walsh & Rees, 2012). Alcuni studi di *brain imaging* hanno associato livelli di attività neurale nel cingolato anteriore con livelli di *perspective taking* (Montag et al., 2008*) e *personal distress* (Chhetham et al., 2009*).

Per confrontare, per somiglianze e differenze, la fisiologia delle sottoscale dell'IRI, si considera un dato molto importante: la variazione del volume di materia grigia (GMV) nelle aree coinvolte. Uno studio di Banissy e colleghi (2012) si proponeva di esaminare le differenze individuali nelle dimensioni di empatia di tratto in relazione a differenze morfologiche nella struttura cerebrale umana. I risultati hanno mostrato come le abilità di empatia affettiva, valutate dalla scala dell'*empathic concern*, erano collegate ad una

riduzione del volume della materia grigia nel precuneo sinistro, nel giro frontale inferiore sinistro e nel cingolato anteriore sinistro. Una tendenza all'empatia *self-oriented*, in base a quanto rilevato dalla sottoscala del *personal distress*, era connessa a una riduzione del volume della materia grigia nel cingolato anteriore sinistro. Infine, l'abilità di empatizzare con personaggi fittizi, sottoscala della *fantasy*, risultava associata ad un aumento del volume della materia grigia nella corteccia prefrontale dorsolaterale destra.

Una questione indistricabile risulta legata al perché un minore GMV sul cingolato anteriore possa facilitare l'*empathic concern*, ma una maggiore GMV nelle stesse regioni cerebrali possa invece facilitare la *perspective taking* cognitiva. Il collegamento tra misure volumetriche macroscopiche come GMV e differenze funzionali non è ancora ben compreso. Una delle possibili spiegazioni può essere quella dell'assottigliamento corticale che avviene durante la crescita, che potrebbe riflettere cambiamenti nell'attivazione funzionale durante l'acquisizione di *skills*, in una relazione inversa tra plasticità ed efficienza: in questo senso, un minore GMV nel giro frontale inferiore mostrerebbe una relazione con elevati punteggi nell'*empathic concern*.

Lo studio di Banissy e collaboratori (2012) trova una relazione negativa tra i punteggi nel *personal distress* e i cambiamenti strutturali cerebrali nella corteccia somatosensoriale: è probabile che le cortecce somatosensoriali giochino un ruolo chiave nell'usare *cues* sociali per comprendere stati mentali ed emozionali degli altri. Punteggi di *personal distress* sono negativamente correlati con le competenze sociali e le abilità di percezione sociale (Davis, 1983). Una relazione negativa tra i punteggi del *personal distress* e il volume cerebrale nel sistema somatosensoriale può indicare che minore GMV nel sistema somatosensoriale è legato a minori abilità di percezione sociali, confermando studi che asseriscono l'importanza di *social cues* per inferire stati mentali ed emozioni. La relazione positiva tra volume cerebrale, insula anteriore e *personal distress* comporta che maggiore volume cerebrale nell'insula anteriore è negativo per le abilità di percezione sociale.

CAPITOLO TERZO – RISPOSTA EMPATICA ED EMOTIVA A CONFRONTO

Il seguente capitolo focalizzerà l'attenzione sulla presentazione di due recenti studi, i quali si propongono di studiare il fenomeno di risposta empatica anche in relazione all'induzione di stati emotivi. Si procederà a spiegare gli studi comprendendo il razionale teorico, le ipotesi, il metodo e i risultati, concludendo con un'analisi e confronto di aree cerebrali coinvolte a livello emotivo e a livello empatico.

3.1. Gli studi

3.1.1. The good, the bad, and the suffering

Lo studio che verrà presentato fa parte di un filone fondamentale di studi per il costrutto di empatia: gli studi sul dolore. Come precedentemente visto nel capitolo secondo, empatizzare con il dolore altrui provoca delle risposte cerebrali che sono isomorfe a quelle elicitate dal dolore provato in prima persona, suggerendo così che il riconoscimento degli stati altrui è incorporato nella rappresentazione degli stessi stati quando vengono vissuti in prima persona (Qiao-Tasserit, Corradi-Dell'Acqua & Vuilleumier, 2018).

Gli studi di *neuroimaging* hanno dimostrato come nelle condizioni di dolore su sé stessi e sugli altri si vada ad elicitare l'attivazione di regioni condivise come l'insula anteriore (AI) e la corteccia cingolata mediale (MCC). Preso in considerazione quest'ultimo risultato, e considerato il focus della ricerca sull'effetto degli stati emozionali sulla sensibilità al dolore, sembra logico pensare che l'effetto delle emozioni sulla nostra sensibilità alla sofferenza altrui dovrebbe essere isomorfo al loro effetto sul dolore su sé stessi. Diversi studi riportano che l'esperienza del dolore su sé stessi è incrementata dopo l'esposizione a informazioni emozionali negative, in concomitanza alla modulazione di attività neurale nella corteccia cingolata e insulare (Berna et al., 2010; Roy et al., 2009*). In questa prospettiva, l'informazione emozionale negativa dovrebbe incrementare anche la reazione empatica al dolore altrui, mentre le emozioni positive dovrebbero provocare un decremento della risposta empatica.

Lo studio basa il suo razionale teorico sulla *Broaden-and-built theory* (Fredrickson, 2004), la quale asserisce che le emozioni positive ampliano momentaneamente i repertori pensiero-azione e costruiscono le loro risorse personali durature. Dunque, una tendenza all'azione può essere descritta come il risultato di un processo psicologico che restringe il repertorio pensiero-azione momentaneo di una persona facendo salire alla mente un'urgenza di agire in un determinato modo.

La teoria *broaden-and-build*, quindi, descrive una forma di emozioni positive in termini di repertorio pensiero-azione ampliato, e delinea la loro funzione in termini di costruzione di risorse personali durature.

Basandosi su questa teoria, l'empatia dovrebbe risultare come rafforzata da un'induzione di stati emozionali positivi, come un risultato di un *mindset* ampliato e risorse aumentate per il processo orientato agli altri. Al contrario, l'empatia per un determinato stato dovrebbe essere influenzata dall'induzione emotiva in una maniera isomorfica rispetto all'esperienza in prima persona dello stesso stato. Pertanto, l'empatia per il dolore dovrebbe essere incrementata da stati negativi e ridotta da stati positivi.

Ciò che rende questo studio interessante è l'analisi del ruolo giocato dall'induzione emotiva nell'esperienza dolorosa in prima persona o sugli altri; questa analisi è possibile grazie alla combinazione di due paradigmi: l'induzione di emozioni positive, negative e stati neutrali ricorrendo a brevi video, i quali producono effetti permanenti su *network* cerebrali a grande scala, quali le aeree cingolate e insulari. Per quanto riguarda la struttura dello studio, i partecipanti venivano sottoposti a stimoli termici dolorosi o non dolorosi sul proprio corpo (*task* del dolore su sé stessi) e, in una sessione separata, osservavano immagini di mani in situazioni dolorose o non dolorose. L'esperimento è stato condotto dapprima registrando solo risposte comportamentali e fisiologiche (Esperimento 1) e in un secondo momento all'interno di uno scanner MRI per misurare l'attività cerebrale (Esperimento 2).

Il risultato atteso prevedeva un effetto distintivo su risposte comportamentali e fisiologiche, oltre che un *pattern* di attività condivisa in regioni legate al dolore, come AI e MCC. Gli autori hanno ipotizzato che le risposte associate al dolore provato in prima persona risultassero incrementate da stati negativi e diminuite da stati positivi.

Il fenomeno su cui lo studio si focalizza è quello delle risposte evocate dal dolore altrui, e in particolare modo i ricercatori hanno valutato l'ipotesi per cui queste reazioni possano

essere influenzate isomorficamente da un'induzione emotiva, o se appaiano invece dissociate rispetto al dolore provato personalmente.

3.1.1.1. Metodo e materiali

Hanno preso parte alla ricerca 41 volontari neurotipici di cui:

- 17 nell'Esperimento 1, di cui 11 femmine con età media 33, in un *range* che va dai 24 ai 56 anni
- 24 nell'Esperimento 2, di cui 13 femmine con età media 27.6, in un *range* che va dai 18 ai 42 anni.

Gli stimoli usati nel corso dello studio sono stati:

- Video con contenuto negativo (estratto del film “*The Shining*”), positivo (estratto del film “*When Harry met Sally*”) o neutro (documentario di scienze)
- 192 immagini a colori raffiguranti mani in diverse situazioni, ovvero:
 - a. 48 in situazioni dolorose (*painful*)
 - b. 48 in situazioni non dolorose (*painless*)
 - c. 48 in condizioni pericolose o spiacevoli, ma non dolorose (*arousing*)
 - d. 48 in contesti neutri (*non arousing*)
- Stimoli termici: la temperatura dello stimolo veniva controllata e calibrata in base alla soglia personale di ogni partecipante, con una temperatura media di 49.4 ± 1.6 °C nell'Esperimento 1, e 49.8 ± 2.5 °C nell'Esperimento 2. La condizione di controllo, priva di dolore, aveva una temperatura di 38°C.

Il protocollo sperimentale prevedeva, per entrambi gli esperimenti, che i partecipanti si sottoponevano a tre sessioni di 15 minuti ciascuna, separate da delle pause. In una sessione ai partecipanti veniva chiesto di guardare sei *video-clip* (due per contesto emotivo), ognuna seguita da stimoli visivi di mani in situazioni dolorose, *arousing* o neutre.

Nella prima delle tre sessioni, *First-Hand Pain*, i partecipanti guardavano un breve video della durata di un minuto, a contenuto positivo, negativo o neutro, seguito da una stimolazione termica. Ogni stimolazione termica comprendeva una fase incrementale e un *plateau*. Dopo quest'ultimo ai partecipanti veniva chiesto di valutare il dolore associato allo stimolo termico su una scala analogica (**Figura 14A**).

Per quanto riguarda le restanti due sessioni, definite *Other's Pain*, i video erano seguiti da una sequenza di immagini in situazioni dolorose o meno. Nell'Esperimento 1 i partecipanti dovevano valutare l'*arousal* emotivo provocato dall'immagine e rispondere, ricorrendo a una scala Likert a 9 passi, alla domanda “*Quale è l'intensità dell'emozione elicitata da questa immagine?*”. Nell'Esperimento 2, invece, le immagini erano presentate per 3.5 secondi e contenevano una scritta “destra” e “sinistra”. Ai partecipanti veniva chiesto di eseguire un compito manuale: se l'immagine raffigurava una mano destra, avrebbero dovuto premere il tasto corrispondente, mentre se lo stimolo consisteva in una mano sinistra, avrebbero dovuto cliccare il tasto ad esso relativo (**Figura 14B**).

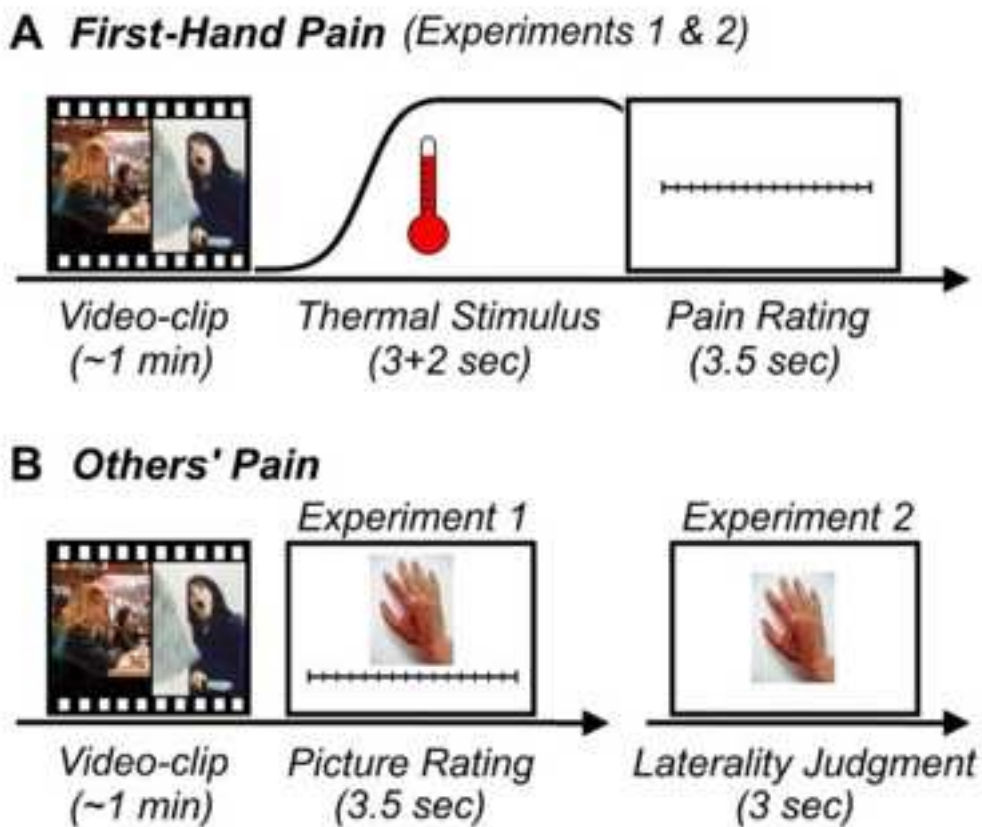


Figura 14. Protocollo sperimentale utilizzato nello studio Qiao-Tasserit, Corradi-Dell'Acqua & Vuilleumier (2018).

3.1.2. Enhanced neural resonance for ingroup facial emotion

Un secondo studio preso in considerazione è “*Intergroup empathy: enhanced neural resonance for ingroup facial emotion in a shared neural production-perception network*”,

di Krautheim, Dannlowski, Steines, Neziroğlu, Acosta, Sommer & Kircher (2019). Questo studio ha come protagoniste la risposta emotiva ed empatica, con un focus di maggiore attenzione sui circuiti neurali attivatisi nella produzione e percezioni di espressioni facciali connotate emotivamente, prendendo principalmente in considerazione il Sistema dei Neuroni Specchio (MNS), per poi studiare le differenze del costrutto di empatia in situazioni *ingroup* e *outgroup*.

L'attivazione del MNS in seguito alla visione di volti connotati emotivamente include aree cerebrali di elaborazione emotiva, come l'amigdala e l'insula, ma questo sistema risulta di rilevante importanza in quanto correlato anche al costrutto empatico, essendo le emozioni altrui specchiate in circuiti neurali che elaborano le proprie emozioni. Ciò che gli autori sottolineano, però, è il modo in cui la risposta empatica sia influenzata da tratti di personalità e fattori contestuali come l'appartenenza ad un gruppo: questo ultimo elemento è infatti analizzato nello studio.

Lo studio chiarisce come la percezione e produzione di espressioni facciali a contenuto emozionale prevedano l'attivazione di aree neurali, quali l'amigdala, il giro frontale inferiore, la corteccia cingolata mediale, l'insula e il lobulo parietale inferiore (Krautheim, Dannlowski, Steines, Neziroğlu, Acosta, Sommer & Kircher, 2019). Per quanto riguarda un'espressione neutra, la percezione di quest'ultima porta ad una forte attivazione dell'amigdala. Le risposte neurali sono modificate fortemente da elementi quali: la familiarità con i volti presentati, il fatto che la percezione dello stimolo sia cosciente e il carico di pregiudizio nei confronti dell'*outgroup* razziale.

Considerando che uno degli obiettivi dello studio riguarda un ampliamento della conoscenza sul meccanismo dei neuroni specchio nell'elaborazione delle emozioni facciali, gli autori dello studio hanno formulato due ipotesi:

- Un'attività del MNS nell'amigdala e nel giro frontale inferiore, nell'insula e nel lobulo parietale inferiore;
- Un'attivazione maggiore del MNS per espressioni facciali dell'*ingroup* rispetto all'*outgroup*.

Ai fini del presente elaborato di tesi ci si concentrerà maggiormente sull'analisi e i risultati relativi alla prima ipotesi, e dunque ad un'analisi neurale della risposta emotiva/empatica.

3.1.2.1. Metodo e materiali

A partecipare allo studio sono 198 soggetti, destrorsi, tedeschi caucasici, con una media di 24.04 anni in un range di 19-39, di cui 50% maschi. Era richiesto un livello di scolarità tale da possedere un diploma. I partecipanti ricevevano una ricompensa di 50 euro in seguito al completamento dell'esperimento.

Prima della sessione fMRI, i partecipanti hanno compilato un test psicologico fittizio composto da 15 *item*, relativo alla propria personalità e alle strategie di *problem solving*. Infatti, ai partecipanti era stato detto che lo scopo del test era quello di identificare strategie per la risoluzione di un problema. Dopo il completamento del test, della durata di dieci minuti circa, i partecipanti venivano divisi in tre categorie – in realtà inesistenti – di *problem solver*: a) approccio olistico b) *problem solver* sequenziale c) approccio analitico. In realtà i soggetti sono stati casualmente assegnati a uno dei tre gruppi precedentemente, all'inizio dell'esperimento. Prima e dopo la sessione fMRI, si è valutato il grado di identificazione con i soggetti *problem solver* appartenenti allo stesso gruppo (*ingroup*) o agli altri (*outgroup*), su una scala Likert a sette passi.

Gli stimoli usati erano video di cinque secondi ciascuno, raffiguranti attori professionisti ripresi in espressioni facciali a) felici, b) arrabbiate, c) neutre e d) in protrusione delle labbra. I video sono stati tra loro differenziati grazie ad una striscia, il cui colore cambiava in base all'appartenenza – falsa – dell'attore alla tipologia di *problem solver*.

Alla condizione di percezione, appena descritta, seguiva quella di produzione: immagini sfocate e *pixelate* erano usate per far riprodurre al soggetto un'espressione felice, arrabbiata o neutra.

Tutti i video cominciano con espressioni facciali neutre (1 s), progredendo poi fino a raffigurare un'espressione (3 s), per tornare prima della fine del video ad una condizione di neutralità (1 s).

Il protocollo prevedeva un disegno a blocchi in cui le condizioni di percezione erano: 1) espressioni facciali (felice vs. arrabbiata vs. neutra vs. protrusione delle labbra), 2) gruppi (soggetti che vedono individui appartenenti all'*ingroup* vs. *outgroup*) (**Figura 15 A**).

L'intera sessione di *scanning* durava circa 36 min, ogni condizione era presentata in sei blocchi consistenti di quattro video. Ogni blocco prevedeva una durata di 27 s ed era introdotto da una *slide* con delle istruzioni (2 s) seguita dal *video-clip* (5 s) per poi terminare con una croce di fissazione bianca (5 s) (**Figura 15 B**).

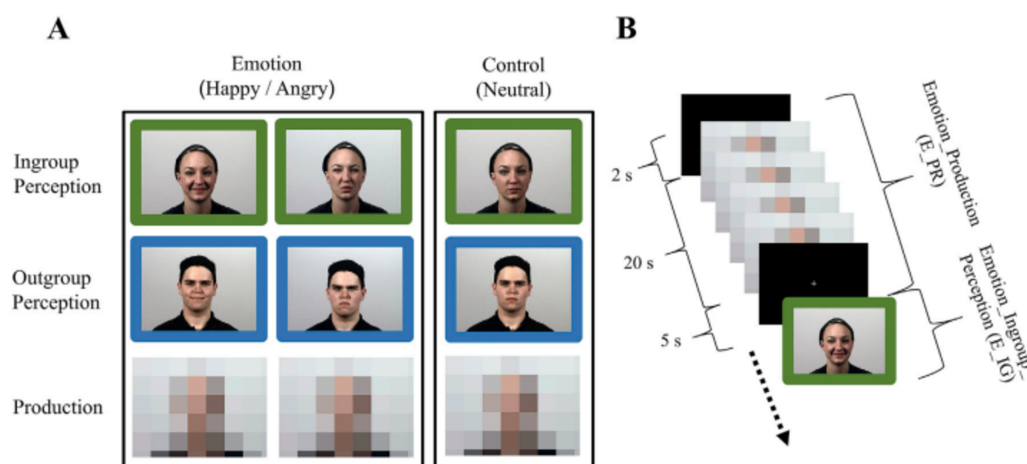


Figura 15. Protocollo sperimentale usato nello studio di Krautheim, Dannlowski, Steines, Neziroğlu, Acosta, Sommer & Kircher (2019).

3.2. I circuiti neurali

Relativamente ai risultati degli studi proposti, al fine del presente elaborato di tesi, verrà posta attenzione principalmente sulle risposte neurali.

Per quanto riguarda il primo studio, nella sessione *First-Hand Pain* si può notare un effetto congiunto nei tre contesti emozionali nell'insula anteriore bilaterale e nella corteccia cingolata mediale. Le risposte correlate al dolore in seguito alla visione di stimoli positivi risultano limitati alla porzione anteriore dell'insula, mentre le risposte che seguono la visione di contenuti neutri e negativi si estendono anche a porzioni mediali e posteriori.

Gli autori hanno, inoltre, controllato l'effetto dei cambiamenti indotti dalle emozioni nella risposta neurale al dolore percepito in prima persona: per quanto concerne le emozioni positive, il dolore termico non ha prodotto aumenti differenziali della risposta dell'insula posteriore bilaterale (PI) (**Figura 16**).

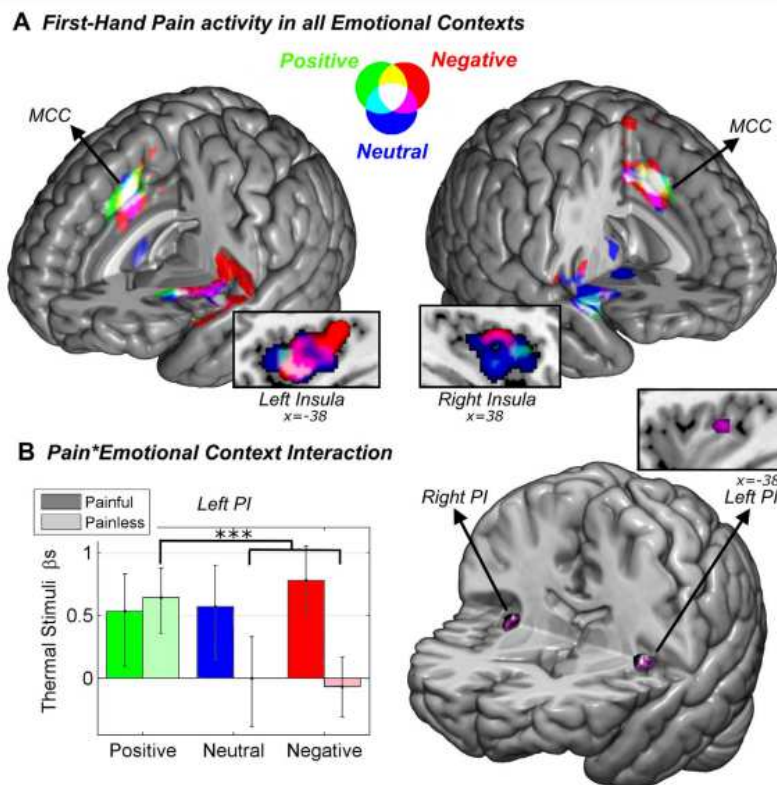


Figura 16. Risposte neurali al dolore su sè stessi (Esperimento 2; Fonte: Qiao-Tasserit et al., 2018).

Per quanto riguarda la sessione *Other's Pain*, si è notato un effetto congiunto nei tre contesti emozionali solo nel giro sopramarginale destro che si estende verso il giro postcentrale. Nella condizione neutrale, è stata osservata un'incrementata attivazione in risposta alle immagini correlate a condizioni dolorose nella AI destra.

Valutando l'interazione Dolore*Contesto Emotivo, le emozioni positive non hanno mostrato attività significativa; mentre emozioni negative e neutre provocavano un'attività correlata al dolore diminuita nella AI sinistra, MCC, e il grigio periacquedottale (**Figura 17**).

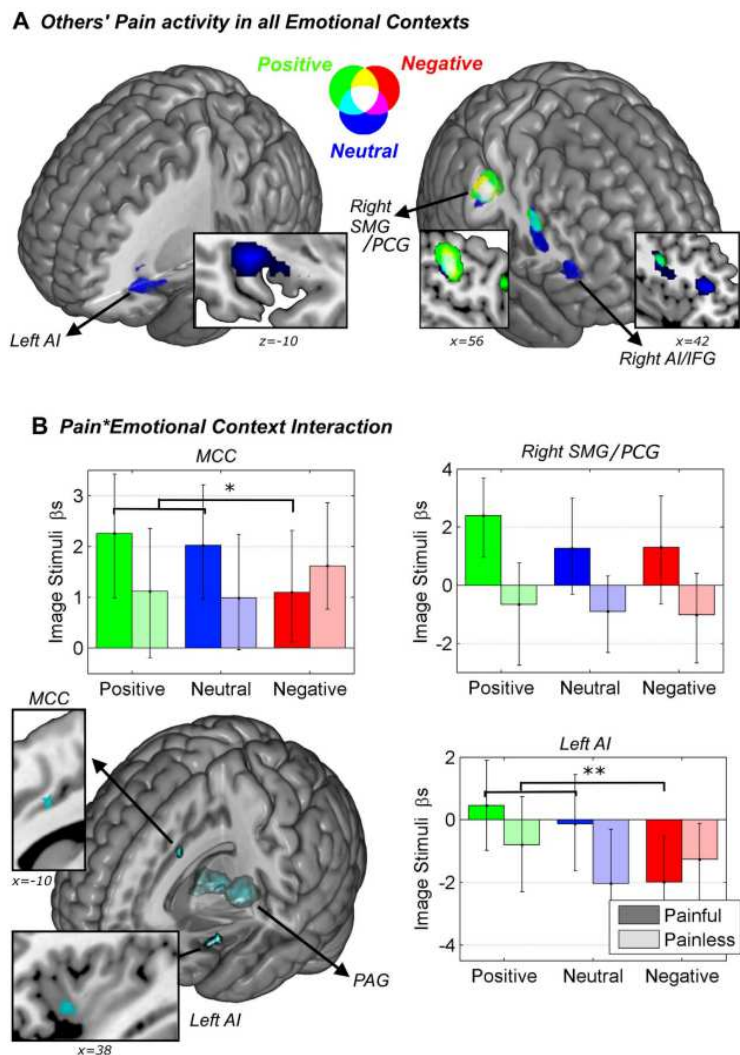


Figura 17. Risposte neurali al dolore sugli altri (Esperimento 2; Fonte: Qiao-Tasserit et al., 2018).

Nel secondo studio analizzato, le ipotesi inizialmente formulate sono state confermate, poiché la ricerca è riuscita sia nell'intento di verificare l'attivazione del MNS per la produzione e percezione di espressioni facciali, sia ad analizzare l'effetto dell'appartenenza ad un gruppo sullo stesso circuito neurale.

L'attività neurale per la percezione e produzione di emozioni facciali è stata trovata in *network* bilaterali, con una preponderanza destra, comprendendo le aree limbiche quali amigdala, ippocampo, regioni frontali, giro frontale inferiore e mediale. Inoltre, emergeva un'attività neurale aumentata per la percezione di espressioni facciali di soggetti appartenenti all'*ingroup* rispetto all'*outgroup*. L'attività neurale condivisa è stata trovata nel giro frontale inferiore, area motoria pre-supplementare, solco temporale superiore, lobulo parietale inferiore, amigdala e insula.

L'amigdala è altamente interconnessa alle corteccie sensoriali, all'ippocampo, alla corteccia prefrontale; è inoltre implicata in una serie di processi emozionali come l'apprendimento emotivo, l'elaborazione degli stimoli sociali, l'influenza delle emozioni sulla memoria, attenzione e percezione.

Un'ulteriore attivazione è stata trovata nell'insula: l'insula anteriore, infatti, è coinvolta nella produzione e percezione delle emozioni facciali, ma è legata anche ad una serie di studi sull'empatia. Un'altra area che aumenta l'attivazione MNS per la condizione *ingroup* è il giro frontale inferiore.

3.4. Conclusioni

3.2.1. Aree di interesse a confronto

Il presente lavoro di tesi è stato strutturato in modo tale da focalizzare l'attenzione in un primo momento su circuiti neurali coinvolti nelle risposte emotive e poi nelle risposte empatiche. L'obiettivo del seguente elaborato è porre a confronto la fisiologia delle due componenti considerate, cercando un eventuale *overlap* tra le due.

Lo studio "*The good, the bad, the suffering*" di Qiao-Tasserit e colleghi (2018) e "*Intergroup empathy: enhanced neural resonance for ingroup facial emotion in a shared neural production-perception network*" di Krautheim et al. (2019) sono stati scelti appositamente a questo scopo, poiché forniscono l'esempio di recenti ricerche in grado di studiare - se pur in maniera differente - risposte empatiche ed emotive insieme, ponendole poi a fattore e controllando gli effetti congiunti dei costrutti stessi.

Riprendendo il primo studio, il risultato finale evidenzia un decremento dell'attività cerebrale nelle aree AI e MCC in seguito alla visione di scene dolorose negli altri congiuntamente all'esposizione a emozioni negative, rispetto all'esposizione a condizioni emotive positive o neutre. Invece, per quanto riguarda l'effetto ottenuto per il dolore su sé stessi, si può notare un'attività modulata in porzioni più posteriori dell'insula e questo accadeva unicamente in seguito all'induzione di un'emozione positiva. Un'analisi del *pattern* multivoxel conferma che il dolore su sé stessi o sugli altri elicitava *pattern* di attività simili nell'AI. Un'attività insulare più omogenea tra il dolore su sé e sugli altri era invece

evidente quando i partecipanti osservavano il dolore altrui in concomitanza con video positivi, rispetto a quelli neutri o negativi.

I risultati, dunque, puntano nella direzione per cui emozioni positive rafforzano le abilità sociali di una persona, includendo la risposta empatica e l'attività neurale, mentre le emozioni negative possono attenuarle. L'induzione di emozioni può influenzare il funzionamento cerebrale: episodi emozionali positivi e negativi portano a un decremento nell'attività insulare e della corteccia cingolata anteriore; appare logico pensare ad un'interconnessione nelle risposte neurali e nell'attivazione delle regioni d'interesse (ROI). Infatti, questi effetti delle emozioni sono accompagnati da cambiamenti nella connettività funzionale tra l'insula e la corteccia cingolata, come la loro interazione con regioni parietali e talamiche.

Questi *network* influenzati dalle emozioni si sovrappongono con la *pain matrix*, la quale consiste in un *network* di regioni cerebrali che comprende le corteccie somatosensoriali primaria (S1) e secondaria (S2), l'insula e la corteccia cingolata anteriore (ACC). Questa matrice ovviamente non riflette unicamente i meccanismi neurali coinvolti nella nocicezione, ma anche nei processi di empatia per il dolore (Mouraux, Diukova, Lee, Wise & Iannetti, 2011) e, come emerge dai risultati di Qiao - Tasserit e colleghi (2018), nella risposta emozionale agli stimoli.

Infatti, l'attività evocata dal dolore nell'insula e nella corteccia cingolata è incrementata da umore depresso o dall'esposizione a immagini spiacevoli. Nella *pain matrix*, la PI riceve *input* nocicettivi dai nuclei talamici e contribuisce ad una prima analisi delle proprietà dell'esperienza dolorosa.

Il circuito di Papez, introdotto nel paragrafo 1.3.1. del capitolo primo, che risulta fondamentale per la fisiologia delle emozioni, include i nuclei talamici e la corteccia cingolata che nello studio di Qiao - Tasserit e collaboratori (2018) sono implicati nella *pain matrix*. La corteccia cingolata, anch'essa coinvolta nel circuito di Papez, svolge un ruolo fondamentale nell'empatia (ACC) e in particolare nell'empatia per il dolore (MCC); queste sovrapposizioni sono evidenziate nella **Figura 17**.

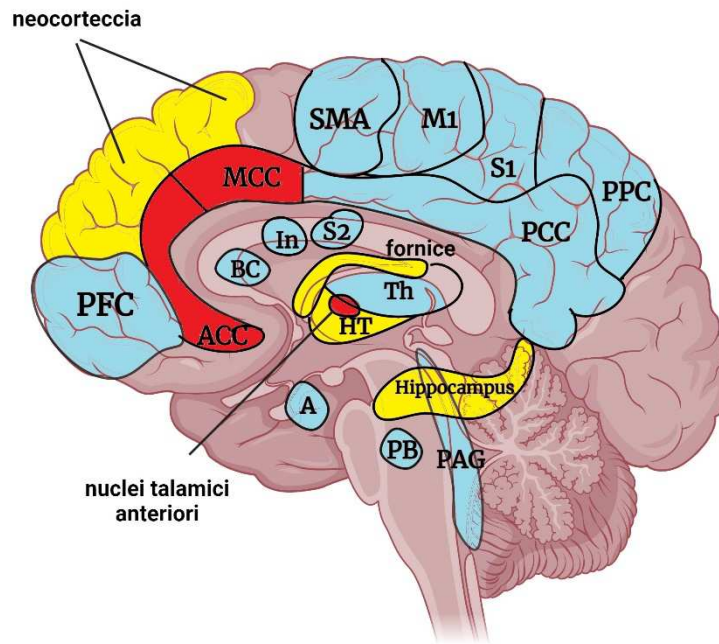


Figura 17. *Overlap (aree in rosso) tra il circuito di Papez (aree in giallo) e Pain Matrix (aree in azzurro). Creata con: Biorender.com.*

Riprendendo il secondo studio, i risultati mostrano una attivazione del sistema MNS incrementata per l'*ingroup* anche nel giro frontale inferiore. A livello comportamentale questo risultato può essere tradotto nel fatto che membri di un gruppo correlano più fortemente all'idea che si ha di sé stessi. La risposta neurale incrementata per l'*ingroup* paragonata all'*outgroup* nell'attività condivisa di percezione-produzione supporta l'idea che attività neurale correlata all'empatia per i membri dell'*ingroup* è anche legata a un costrutto identitario.

Dunque, vi sono ulteriori circuiti neurali condivisi da risposta empatica ed emotiva, quali il giro frontale inferiore, implicato non solo nell'empatia *ingroup*, ma anche nel sistema limbico, base delle emozioni. Infine, il sistema dei neuroni specchio, che nel capitolo secondo è stato definito come rilevante ai fini della spiegazione della risposta empatica, risulta condiviso tra le due. Nel capitolo secondo si è vista l'importanza di questo sistema per spiegare il fenomeno del mirroring, a sua volta centrale nel *Perception action model* (PAM) di Preston e de Waal (2002); nello studio riportato nel presente capitolo, lo stesso sistema dei neuroni specchio viene analizzato come chiave fondamentale nel processo di elaborazione di stimoli a contenuto emotivo.

Si può concludere dunque che sia presente un notevole *overlap* tra i circuiti neurali dei due costrutti, questo porta a delle considerazioni ed eventuali conseguenze discusse nel paragrafo *Sviluppi futuri*.

3.2.2. *Empathic concern e perspective taking*

Un'ulteriore area di interesse per il presente elaborato è stata quella relativa alle sottoscale del test *Interpersonal Reactivity Index* (IRI), descritte partendo da dati psicometrici e approfondendo inoltre le aree neurali attivate o meno in corrispondenza di determinati punteggi delle varie sottoscale. Lo studio fino a questo momento considerato dedica un paragrafo a risultati comportamentali e neurali ottenuti focalizzandosi sulla sottoscale dell'*empathic concern* e del *perspective taking*.

Nell'Esperimento 2 del primo studio, si è notato un rallentamento nel compito manuale quando lo stimolo visivo raffigurava una scena dolorosa, suggerendo così un'interferenza da parte dei contenuti emotivi negativi. Questo risultato è stato mediato da punteggi individuali di *empathic concern* dell'IRI che porta a riflettere sentimenti di preoccupazione per persone meno fortunate. Sotto un'influenza emotiva negativa, gli individui con punteggi bassi di *empathic concern* erano più efficienti nell'ignorare il contenuto *arousing* delle immagini, mentre individui con punteggi più alti erano ancora influenzati da altri stati. La relazione tra i tempi di risposta e i punteggi empatici era significativamente più debole, se non assente, quando seguiva video positivi o neutrali.

Dunque, punteggi di *empathic concern* non correlavano con risposte neurali. Ma l'attività della corteccia prefrontale mediale, attorno alla corteccia cingolata anteriore, era aumentata in individui con punteggi più alti nel *perspective taking*, che riflette una tendenza ad adottare il punto di vista psicologico dell'altro

Ne consegue che l'informazione relativa al dolore altrui nel compito richiesto dallo studio, non è solo elaborata da AI e MCC, ma anche dalla corteccia prefrontale mediale, che segue un percorso più cognitivo. Questo risultato supporta l'idea che individui molto empatici usano processi cognitivi per regolare le emozioni negative e ridurre l'assimilazione sé-altri in maniera tale da poter aiutare gli altri.

Nel capitolo primo, spiegando la fisiologia delle emozioni, si è definito il ruolo fondamentale dell'amigdala, la quale definisce la rilevanza della disposizione motivazionale di quella situazione che richiede immediata risposta. Si ricordi però che

l'amigdala svolge fondamentale anche per il *perspective taking*, contribuendo ad una componente maggiormente cognitiva della risposta empatica: anche l'amigdala costituisce, quindi, un'altra area di *overlap* tra la fisiologia del costrutto di empatia e quella del costrutto di emozione.

3.3. Sviluppi futuri

Il presente studio si è concentrato su un'analisi e ricerca di eventuali *overlap* delle ROI interessate ai costrutti di emozione e di empatia. Avere preso in considerazione due studi che trattano contemporaneamente entrambe è stata una scelta ben precisa: uno studio approfondito di *network* neurali condivisi e separati, potrebbe condurre ad una maggiore precisione negli studi futuri riguardanti l'empatia.

Negli studi riguardanti l'empatia, spesso si fa ricorso a stimoli emotigeni nel protocollo sperimentale, molto spesso per indurre un determinato stato emozionale. D'altro canto, nelle ricerche che studiano le risposte emozionali, capita frequentemente che venga considerato come variabile il livello empatico del soggetto.

Se ci fosse una maggiore e più profonda conoscenza delle ROI condivise (**Figura 18**) e delle risposte neurali derivanti da un'induzione emotiva, ne conseguirebbe una potenziale maggiore precisione nello studio di queste due variabili che sono, inevitabilmente, spesso considerate nello stesso studio.

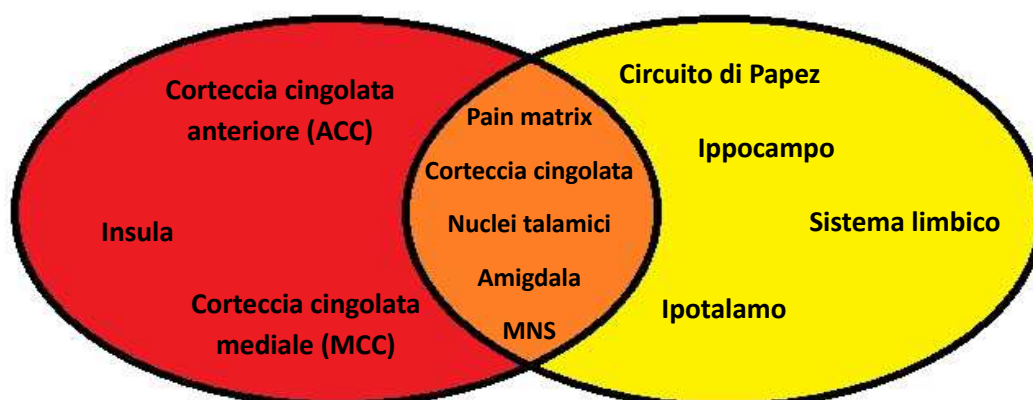


Figura 18. Aree coinvolte nelle risposte emotive (in giallo), nelle risposte empatiche (in rosso) e l'overlap tra le due (in arancione).

BIBLIOGRAFIA

- Albiero, P., Ingoglia, S., & Lo Coco, A. (2006). Contributo all'adattamento italiano dell'Interpersonal Reactivity Index. *Testing Psicometria Metodologia*, 13(2), 107-125.
- Banissy, M. J., Kanai, R., Walsh, V., & Rees, G. (2012). Inter-individual differences in empathy are reflected in human brain structure. *Neuroimage*, 62(3), 2034-2039.
- Batson, C. D. (2009). These things called empathy: eight related but distinct phenomena.
- Bear, M.F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (1999). *Neuroscienze: Esplorando Il Cervello*
- Buck, R. (1980). Nonverbal behavior and the theory of emotion: the facial feedback hypothesis. *Journal of Personality and social Psychology*, 38(5), 811.
- Coon, D., & Mitterer, J. O. (2016). *Psicologia generale*. UTET università.
- Corbo, D., & Orban, G. A. (2017). Observing others speak or sing activates Spt and neighboring parietal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 29(6), 1002-1021.
- De Corte, K., Buysse, A., Verhofstadt, L. L., Roeyers, H., Ponnet, K., & Davis, M. H. (2007). Measuring empathic tendencies: Reliability and validity of the Dutch version of the Interpersonal Reactivity Index. *Psychologica Belgica*, 47(4), 235.
- Decety, J. (2011). The neuroevolution of empathy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1231(1), 35-45.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2006). A social-neuroscience perspective on empathy. *Current directions in psychological science*, 15(2), 54-58.
- Dvash, J., & Shamay-Tsoory, S. G. (2014). Theory of mind and empathy as multidimensional constructs: Neurological foundations. *Topics in Language Disorders*, 34(4), 282-295.
- Ekman, P. (1999). Basic emotions. *Handbook of cognition and emotion*, 98(45-60), 16.
- Ellsworth, P. C. (2013). Appraisal theory: Old and new questions. *Emotion Review*, 5(2), 125-131.
- Eslinger, P. J. (1998). Neurological and neuropsychological bases of empathy. *European neurology*, 39(4), 193-199.

- Fallon, N., Roberts, C., & Stancak, A. (2020). Shared and distinct functional networks for empathy and pain processing: a systematic review and meta-analysis of fMRI studies. *Social cognitive and affective neuroscience*, *15*(7), 709-723.
- Fredrickson, B. L. (2004). The broaden-and-build theory of positive emotions. *Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological Sciences*, *359*(1449), 1367-1377.
- Friedman, B. H. (2010). Feelings and the body: The Jamesian perspective on autonomic specificity of emotion. *Biological psychology*, *84*(3), 383-393.
- Gallese, V. (2006, October). Embodied simulation: from mirror neuron systems to interpersonal relations. In *Empathy and Fairness: Novartis Foundation Symposium 278* (pp. 3-19). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Han, S., Fan, Y., Xu, X., Qin, J., Wu, B., Wang, X., ... & Mao, L. (2009). Empathic neural responses to others' pain are modulated by emotional contexts. *Human brain mapping*, *30*(10), 3227-3237.
- Hein, G., & Singer, T. (2008). I feel how you feel but not always: the empathic brain and its modulation. *Current opinion in neurobiology*, *18*(2), 153-158.
- Hou, X., Allen, T. A., Wei, D., Huang, H., Wang, K., DeYoung, C. G., & Qiu, J. (2017). Trait compassion is associated with the neural substrate of empathy. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *17*, 1018-1027.
- James, W. (1948). What is emotion? 1884.
- Konrath, S. (2013). A critical analysis of the Interpersonal Reactivity Index. *MedEdPORTAL Directory and Repository of Educational Assessment Measures (DREAM)*.
- Krautheim, J. T., Dannlowski, U., Steines, M., Neziroğlu, G., Acosta, H., Sommer, J., ... & Kircher, T. (2019). Intergroup empathy: enhanced neural resonance for ingroup facial emotion in a shared neural production-perception network. *NeuroImage*, *194*, 182-190.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1997). International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings. *NIMH Center for the Study of Emotion and Attention*, *1*(39-58), 3.

- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual* (pp. A-8). Gainesville, FL: NIMH, Center for the Study of Emotion & Attention.
- Lang, P., & Bradley, M. M. (2007). The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. *Handbook of emotion elicitation and assessment*, 29, 70-73.
- López-Solà, M., Koban, L., Krishnan, A., & Wager, T. D. (2020). When pain really matters: A vicarious-pain brain marker tracks empathy for pain in the romantic partner. *Neuropsychologia*, 145, 106427.
- Mai, X., Zhang, W., Hu, X., Zhen, Z., Xu, Z., Zhang, J., & Liu, C. (2016). Using tDCS to explore the role of the right temporo-parietal junction in theory of mind and cognitive empathy. *Frontiers in psychology*, 7, 380.
- Masten, C. L., Morelli, S. A., & Eisenberger, N. I. (2011). An fMRI investigation of empathy for 'social pain' and subsequent prosocial behavior. *Neuroimage*, 55(1), 381-388.
- McIntosh, D. N. (1996). Facial feedback hypotheses: Evidence, implications, and directions. *Motivation and emotion*, 20, 121-147.
- Milosevic, I. (2015). Fight-or-flight response. *Phobias: The Psychology of Irrational Fear: The Psychology of Irrational Fear*, 196, 179.
- Moriguchi, Y., Decety, J., Ohnishi, T., Maeda, M., Mori, T., Nemoto, K., ... & Komaki, G. (2007). Empathy and judging other's pain: an fMRI study of alexithymia. *Cerebral Cortex*, 17(9), 2223-2234.
- Mouraux, A., Diukova, A., Lee, M. C., Wise, R. G., & Iannetti, G. D. (2011). A multisensory investigation of the functional significance of the "pain matrix". *Neuroimage*, 54(3), 2237-2249.
- Nummenmaa, L., Hirvonen, J., Parkkola, R., & Hietanen, J. K. (2008). Is emotional contagion special? An fMRI study on neural systems for affective and cognitive empathy. *Neuroimage*, 43(3), 571-580.
- Palomba, D., & Stegagno, L. (2004). *Psicofisiologia clinica*. Carocci.
- Preckel, K., Kanske, P., & Singer, T. (2018). On the interaction of social affect and cognition: empathy, compassion and theory of mind. *Current opinion in Behavioral Sciences*, 19, 1-6

- Qiao-Tasserit, E., Corradi-Dell'Acqua, C., & Vuilleumier, P. (2018). The good, the bad, and the suffering. Transient emotional episodes modulate the neural circuits of pain and empathy. *Neuropsychologia*, *116*, 99-116.
- Roseman, I. J., & Smith, C. A. (2001). Appraisal theory. *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*, 3-19.
- Singer, T., & Klimecki, O. M. (2014). Empathy and compassion. *Current Biology*, *24*(18), R875-R878.
- Singer, T., Seymour, B., O'doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, *303*(5661), 1157-1162.
- Sreeja, P.S., & Mahalakshmi, G. (2017). Emotion models: a review. *International Journal of Control Theory and Applications*, *10*(8), 651-657.
- Tassinary, L. G., & Cacioppo, J. T. (1992). Unobservable facial actions and emotion.
- Tracy, J. L., & Randles, D. (2011). Four models of basic emotions: A review of Ekman and Cordaro, Izard, Levenson, and Panksepp and Watt. *Emotion review*, *3*(4), 397-405.

APPENDICE

Nella presente appendice verrà descritto lo studio sperimentale su cui la tesi si sarebbe dovuta incentrare, ma per problemi tecnici legati alla strumentazione preposta all'acquisizione del segnale fMRI, la raccolta dati è stata posticipata, rendendo quindi impossibile inserirne i risultati nel presente lavoro di tesi.

Lo studio iniziale nasce con l'obiettivo di determinare le matrici di attivazione indotte da visione di vari blocchi sperimentali, ricostruendo così il circuito che si attiva. Utilizzando la risonanza magnetica si può soltanto riscontrare la reattività di determinate regioni, senza stabilire l'ordine di attivazione delle stesse: non ci è dato, quindi, conoscere l'informazione temporale.

Bisogna considerare che l'intero studio, oltre questo primo *step* in fMRI, presumeva anche la ripetizione del protocollo in EEG. Questa seconda parte dello studio prevedeva registrazioni sia in posizione supina, per mimare la condizione del partecipante nello *scan*, sia in posizione seduta, con lo scopo di ottenere una versione più ecologica e generalizzabile alla vita quotidiana. Una volta stabilito il livello di affinità (ovvero '*cosa c'è in comune a livello spaziale e temporale*'), un secondo livello di analisi avrebbe previsto il confronto tra posizione supina e allungata, permettendo di stabilire quanto il dato proveniente dall'immagine acquisita nel *setting* sperimentale (*scan*) è generalizzabile a quello che avviene in condizione ecologica (EEG), ovvero quando il partecipante elabora lo stimolo in posizione seduta.

È possibile sia riscontrare variazioni minime, sia che l'architettura neurale si sviluppi in maniera diversa, più semplice, poiché l'essere in posizione seduta permette di avere una prospettiva attentiva molto diversa da quella che si ha da distesi.

La registrazione EEG in posizione supina avrebbe permesso non solo di stimare i circuiti coinvolti (ricostruendo matrici di aree corticali coinvolte), ma avrebbe offerto la possibilità di condurre un'analisi ERP – oltre ad un'analisi delle sorgenti – stabilendo quindi le dinamiche temporali associate ai vari *step* di analisi. Così facendo si noterebbe probabilmente che l'attivazione di aree visive avviene in maniera precoce, e si potrebbe quindi determinare come l'informazione arrivi alle regioni frontali più distanti, coinvolte in fase più avanzata del processo di elaborazione. Dunque, si può affermare che l'analisi di connettività funzionale degli eventuali dati fMRI e dati hdEEG per ogni categoria

emozionale (e per le due posizioni corporee, nel caso hdEEG) avrebbe permesso di meglio definire la connettività tra amigdala/polo temporale (BA 38), aree visuo-associative (BA 18-19) e parietali (BA 7, PCC, TPJ).

Nel protocollo appena descritto, l'empatia è un costrutto controllato, ovvero una possibile covariata. Il *background* teorico presentato nei capitoli precedenti pone le basi per una particolare chiave di lettura dei dati che si sarebbe ottenuti: un confronto qualitativo tra i circuiti stimati dall'analisi fMRI e quelli discussi in letteratura, verificando la presenza o meno di una corrispondenza.

Inoltre, avendo dimostrato che il campione di maschi e di femmine non si distinguono per il livello di reattività empatica, lo si potrebbe trattare come gruppo unico, e considerare l'empatia come predittore nel modello di connettività intra ed intercerebrale sviluppato. A tal proposito si ricorda ed evidenzia la natura *self-report* del questionario IRI: i partecipanti allo studio si classificano soggettivamente come empatici, ma non c'è alcuna prova che lo siano realmente. Dunque, a livello di risultati, per ogni *network* visionato in funzione del contenuto emozionale, si controllerà se questo è modulato dal livello di empatia: in altre parole, si cercherà di determinare quanto ogni partecipante contribuisce a quel *network* in virtù del tratto empatico. Il risultato atteso prevede che le persone che riferiscono maggiore livello di empatia, siano le stesse che attivano maggiormente il circuito individuato.

L'analisi fMRI riguarda ogni singolo partecipante, dunque si considereranno le metriche individuali di connettività tra tutte le varie regioni coinvolte nell'elaborazione delle diverse categorie di stimoli emozionali. Pertanto, un secondo obiettivo, in linea con la presente tesi, è quello di verificare se l'intensità delle connessioni tra queste aree correla con il dato soggettivo.

Il limite sta nell'impossibilità di stabilire un nesso causale, disegnando così una '*freccia direzionale*': non si può stabilire se i partecipanti si valutano empatici perché hanno maggiore attività legata all'elaborazione dello stimolo o se, essendo maggiormente empatici, allora mostrano maggiore attivazione. Nonostante ciò, si potrebbe ugualmente affermare la presenza di un'associazione: chi soggettivamente si valuta come più empatico, probabilmente mostrerà una maggiore attivazione dei vari circuiti. È altresì probabile che l'empatia abbia a che fare con un'aumentata reattività di circuiti specifici.

Per quanto riguarda il reclutamento, questo è avvenuto con un metodo “a valanga”, ovvero inviando in gruppi universitari ‘Telegram’ e ‘Whatsapp’ una breve spiegazione della ricerca e il *link* del *form* preliminare che andava compilato, così da consentire di selezionare solo i partecipanti che soddisfacessero precisi criteri di inclusione. Gli studenti venivano poi invitati a passare parola, così che un ampio numero di giovani adulti completasse la scheda *online*.

Il *form* era composto da otto sezioni: ai partecipanti veniva spiegato che in ogni parte erano presenti delle semplici domande di carattere generale, che avrebbero permesso di individuare coloro i quali presentavano i requisiti necessari per poter prendere parte allo studio, che prevedeva un compenso economico di 100 euro. I partecipanti venivano rassicurati sul fatto che, per i motivi appena esposti, non esistevano risposte giuste o sbagliate, e che semplicemente sarebbe stato loro chiesto quanto bene alcune frasi o affermazioni li descrivono. Veniva infine richiesto di rispondere sinceramente. Dopo aver compilato i questionari, i dati dei partecipanti venivano analizzati, e se le caratteristiche avessero soddisfatto i criteri di inclusione allo studio, il partecipante sarebbe stato ricontattato per partecipare all'esperimento vero e proprio, in cui veniva misurata l'attività cerebrale in condizione di riposo (una condizione nota come “*resting state*”) e durante la visione di stimoli a diverso contenuto emozionale. L'esperimento è stato suddiviso in due registrazioni, che si svolgeranno a distanza di un mese: nella prima, i partecipanti eseguiranno tutti i compiti in una sessione di risonanza magnetica (fMRI), nell'altra il protocollo sperimentale verrà ripetuto mentre si registrerà il segnale EEG mediante un sistema ad alta densità di canali (*high-density* EEG, hdEEG). Ovviamente, solo i partecipanti idonei che parteciperanno ad entrambe le sessioni di registrazione riceveranno il compenso monetario pattuito.

Il tempo previsto per la compilazione del modulo era di circa 15/20 minuti, e come già accennato si divideva in otto sezioni:

- Dati personali/anagrafici: tra i dati anagrafici vi erano elementi necessari all'identificare il partecipante (nome, cognome, età, sesso, data di nascita), domande di carattere logistico volte a selezionare un campione più facilmente raggiungibile (Abiti a Padova?), domande di ‘depistaggio’ per non lasciare intendere i criteri di reclutamento (per es. “*Hai fratelli e/o sorelle?*”) ed infine i primi criteri di esclusione.

I criteri di esclusione legati ai dati personali/anagrafici riguardavano tre motivazioni principali: a) condizioni per cui alcuni stimoli IAPS non avrebbero ottenuto un risultato valido: l'orientamento sessuale, poiché per la ricerca era necessario reclutare solo partecipanti eterosessuali, in quanto gli stimoli erotici presentati avevano come protagonisti un uomo ed una donna in procinto di consumare un rapporto sessuale; b) condizioni che possono condurre ad alterazione dei meccanismi neurali (l'assunzione di alcol, hashish o cannabis, droghe, psicofarmaci, disturbi neurologici), c) essere impossibilitati a sottoporsi ad una sessione fMRI: essere stati coinvolti/e in situazioni per cui è possibile trovare nel proprio corpo frammenti o corpi metallici (incidenti stradali, aver lavorato come tornitore, portatore/portatrice di valvole cardiache ecc.) oppure soffrire di claustrofobia.

- Interpersonal Reactivity Index (IRI): questionario di valutazione della risposta empatica, intesa come fattore da considerare nella recezione di stimoli emotivi.
- Inventario delle Paure (IP): veniva chiesto quanto in una scala Likert da 1 (per nulla) a 5 (moltissimo) le cose o esperienze descritte possano causare paura o altri sentimenti spiacevoli. Anche in questo questionario vi erano diversi criteri di esclusione per il reclutamento quali: riportare moltissima paura (aver indicato 5 sulla scala Likert) per le ferite aperte e per il sangue, poiché un *set* di immagini contenute nelle IAPS riguardavano corpi mutilati, e risultavano particolarmente efficaci. Veniva posta attenzione anche al punteggio riferito per gli spazi chiusi, il quale risultava, in linea di massima, concordante con il dato anagrafico relativo al non soffrire di claustrofobia.
- State Anxiety Inventory – Y1: questionario somministrato per rilevare eventuale ansia di stato per controllare i livelli di ansia dei partecipanti alla ricerca.

La raccolta dati è partita nel mese di Ottobre 2021. In data 6 Giugno 2022 il *form* aveva raccolto 233 risposte, di cui 122 donne, 107 uomini e 4 “preferisco non specificare”. Dalle 233 risposte si è giunti ad una scrematura, per cui entro sono risultate idonee 33 donne e 26 uomini. Bisogna considerare che non tutte le persone idonee a partecipare all'esperimento hanno confermato la loro disponibilità: inoltre, per motivi tecnici, i tempi di accesso alla risonanza magnetica PET/MRI di Medicina Nucleare dell'Azienda Ospedaliera di Padova sono stati prima posticipati, poi sospesi e rinviati a giugno 2023, motivo per il quale ad Aprile 2023 si è ripreso il processo di reclutamento, riproponendo

nuovamente il *form*, ottenendo risposte aggiuntive da 25 uomini e 26 donne. A Maggio 2023 sono risultati pertanto idonei a partecipare all'esperimento e si sono resi disponibili in totale 115 uomini e 15 donne. Si è poi proceduto allo *scoring* del questionario IRI, al fine di evitare uno sbilanciamento di risposta empatica da parte della controparte maschile o femminile.

Lo *scoring* del questionario IRI prevede dapprima il calcolo della somma dei punteggi ottenuti da ogni singolo soggetto per ogni sottoscala (*Perspective Taking, Empathic Concern, Fantasy, Personal Distress*), tenendo conto della presenza di alcuni *reverse item*, da invertire. Al fine di controllare possibili effetti di genere, sono stati inclusi 15 maschi e 15 femmine nel campione finale che ha avuto accesso alla prima fase dell'esperimento (raccolta dati fMRI) e, in seguito, alla seconda fase dell'esperimento (raccolta dati hdEEG).

In Tabella A1 sono riportati i punteggi ottenuti rispettivamente per le donne e per gli uomini, e le statistiche di dimostrano la similarità dei due campioni.

Variabili	Uomini (n=15)	Donne (n=15)	t test
Età	22.07 ± 2.31	22.07 ± 1.53	$t_{14} = 0.00, n.s.$
STAI-Y1	35.47 ± 11.81	37.00 ± 8.65	$t_{14} = -0.41, n.s.$
IRI Totale	93.20 ± 10.40	97.13 ± 11.46	$t_{14} = -0.98, n.s.$
<i>Fantasy Scale (FS)</i>	25.33 ± 5.98	24.00 ± 6.93	$t_{14} = 0.56, n.s.$
<i>Empathic Concern (EC)</i>	25.80 ± 3.53	27.33 ± 3.81	$t_{14} = -1.14, n.s.$
<i>Perspective Taking (PT)</i>	26.07 ± 3.33	27.73 ± 3.49	$t_{14} = -1.34, n.s.$
<i>Personal Distress (PD)</i>	16.00 ± 4.86	18.07 ± 3.47	$t_{14} = -1.34, n.s.$

Tabella A1: Punteggi IRI dei partecipanti, divisi in base al genere, con relativi t test.

La ricerca consiste in uno studio a misure ripetute in cui ai partecipanti viene richiesta la partecipazione ad una prima sessione fMRI e ad una seconda sessione hdEEG a distanza di un mese. La prima parte del protocollo prevedeva:

- fMRI *resting state* (10 min)
- *passive viewing emotional task* (12 min)
- sMRI (4-6 min)

per una durata totale di 40 minuti massimi.

Per quanto riguarda la sessione hdEEG:

- hdEEG *resting state* SP (10 min)
- *resting state* hBR (10 min)
- *passive viewing emotional task* SP (6 min)
- *passive viewing emotional task* hBR (6 min)
- *Skandect* (electrode position – 10/15 min)

per 15 partecipanti, per una durata complessiva di 80 minuti circa, incluso il montaggio hdEEG. L'ordine sarà invertito per l'altra metà dei partecipanti, tenendo così sotto controllo l'effetto sequenza.

In particolare:

- Il *Resting State* consiste in 10 minuti in cui il/la partecipante tiene gli occhi aperti in direzione di una croce di fissazione;
- Il *Passive Viewing Emotional Task* è, invece, un disegno a blocchi, dove un blocco corrisponde ad una categoria emozionale; gli stimoli a cui si è fatto ricorso sono le IAPS. Le categorie utilizzate per il presente studio sono: COPPIE EROTICHE (1) e SPORT ESTREMI (2) come positive, OGGETTI di uso comune (3) come stimoli neutri (condizione di controllo), MUTILAZIONI (4) e MINACCE (5) come negative. Il protocollo sperimentale qui adottato viene definito 'disegno a blocchi', ed ogni categoria emozionale viene presentata in un mini-blocco corrispondente ad una condizione diversa. Le immagini sono intervallate in modo casuale, ma lo stesso ordine di presentazione viene mantenuto per tutti i partecipanti. Infatti, ciascun mini-blocco è costituito da 26 immagini presentate a schermo intero ognuna per 1 secondo, al termine del quale vi sono 10 secondi di recupero; ogni mini-blocco, della durata di 36 secondi, viene presentato una sola volta all'interno di ciascun blocco, che risulta pertanto costituito da 5 mini-blocchi, uno per ogni tipologia di stimolo (**Figura A1**);
- Ogni blocco viene ripetuto 4 volte, per una durata complessiva di 720 secondi (12 minuti);
- Nella seconda sessione (hdEEG) sono previste 2 ripetizioni SP (360 sec = 6 min) e due hBR (360 sec = 6 min).

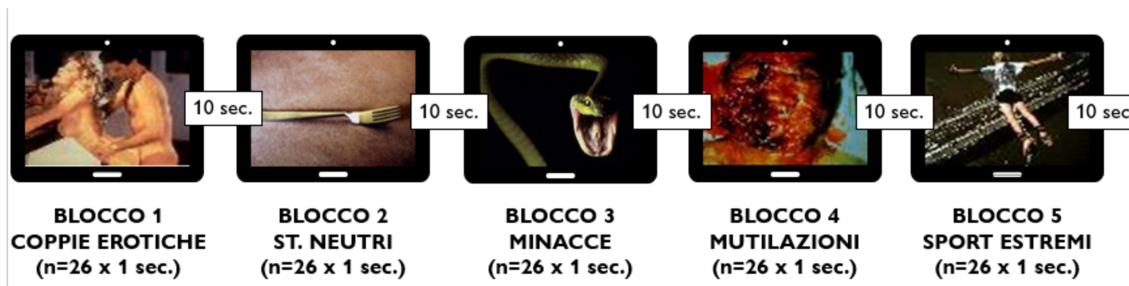


Figura A1: Esplicazione del compito di Emotional Passive Viewing

I partecipanti sono stati fatti sdraiare supini nel foro dello scanner. Gli stimoli visivi sono stati presentati sul piano fronto-parallelo tramite un *display* montato sulla testa con una risoluzione di 800 pixel orizzontali \times 600 pixel verticali (Resonance Technology, Inc. verticale (Resonance Technology, Inc., Northridge, CA) in ciascun occhio. Il display era controllato da una scheda video ATI Radeon 2400 DX a doppia uscita (AMD, Sun Valley, CA). In tutti gli esperimenti sono utilizzate cuffie con attenuazione del suono (Resonance Technology, Inc.) per attutire il rumore dello *scanner*, per fornire istruzioni ai partecipanti e per comunicare con loro in caso di emergenza. La presentazione degli stimoli è stata controllata dal *software* E-Prime (Psychology Software Tools, Inc., Sharpsburg, PA). Per ridurre la quantità di movimento del capo durante la scansione, la testa del partecipante è stata imbottita con cuscini rivestiti in vinile PolyScan™.

La strumentazione fMRI per la ricerca consisteva in uno scanner mMR Siemens Biograph da 3 T dotato di bobina testa-collo a 16 canali in uso nel dipartimento di Medicina Nucleare dell'Ospedale Universitario di Padova. L'*imaging* anatomico comprendeva scansioni 3D pesate in T1 (T1w) con magnetizzazione preparata ad acquisizione rapida gradient-echo (TR = 2400 ms, TE = 3.24 ms, TI = 1000 ms, FA = 8°, FOV = 256 \times 256 mm, dimensione dei voxel = 1 mm \times 1 mm \times 1 mm). L'*imaging* funzionale comprendeva scansioni rs-fMRI EPI (TR= 1700 ms, TE = 30 ms, FA = 73°, FOV = 204 \times 204 mm, dimensione dei voxel = 3 mm \times 3 mm \times 3 mm, volumi = 750, MBAccFactor = 2, iPAT = 0, direzione di codifica di fase antero-posteriore) e due acquisizioni spin echo-EPI con codifica di fase inversa (TR = 4200 ms, TE = 70 ms, FOV = 204 \times 204 mm, dimensione dei voxel = 3 mm \times 3 mm \times 3 mm, MBAccFactor = 1) ai fini della correzione della distorsione EPI. Il paradigma è stato sincronizzato con il segnale del *clock* dello *scanner* in corrispondenza dell'acquisizione di ogni singolo volume.

L'analisi dei dati sarà effettuata utilizzando software *Statistical Parametric Mapping* versione 12 - SPM12 (Wellcome Department of Cognitive Neurology, Londra, Regno Unito) in esecuzione con MATLAB (The Mathworks, Inc., Natick, MA). La preelaborazione dell'esperimento consiste in quattro passaggi: riallineamento delle immagini, co-registrazione dell'immagine anatomica e dell'immagine funzionale media, normalizzazione spaziale di tutte le immagini in uno spazio stereotassico (MNI) con una dimensione dei voxel di $2 \times 2 \times 2$ mm, e lo *smoothing* delle immagini risultanti con un kernel gaussiano isotropo di 6 mm. Per ciascun partecipante, la durata delle condizioni e gli *onset* saranno modellate con un modello lineare generale (GLM) e tramite la creazione di una mappa parametrica (SPM). Per calcolare tale mappa, saranno definiti contrasti semplici o di interazione al primo livello, mentre le congiunzioni e i mascheramenti saranno eseguite al secondo livello. Verrà esaminata la mappa relativa all'interazione tra categorie di blocchi e le modalità di presentazione, per determinare così quali regioni si attivano in modo differenziato con l'osservazione di un particolare blocco rispetto all'osservazione di altre classi di categorie. L'analisi dell'interazione garantisce che le differenze di attività riportate non possano essere spiegate da fattori di ordine inferiore, presenti anche nelle condizioni di controllo. Tale interazione può essere scritta come la congiunzione delle interazioni per controlli statici $(a1-st1) - (a2-st2)$, dove 1 è la classe di interesse e 2 è l'altra classe. La soglia limite per l'interazione sarà fissata a $p < .001$, corretto per confronti multipli con il metodo False Discovery Rate (FDR). Inoltre, per assicurarsi che l'interazione sia dovuta ad una forte attività nella classe di interesse (a1), piuttosto che ad una forte attivazione nella classe di controllo (st2), questo contrasto è stato mascherato con la mappa di attivazione della classe di interesse a $p < .01$, corretto con FDR.

Per le problematiche precedentemente accennate, dovute a problemi tecnici, non è stata ancora completata la raccolta dati e la conseguente analisi degli stessi. La presentazione dello studio termina quindi con la descrizione delle analisi del compito, ma il progetto verrà certamente ultimato nelle settimane a venire.