UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PARMA

FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

Dipartimento di Neuroscienze

Corso di Laurea Magistrale in Psicobiologia e Neuroscienze Cognitive

IL POTERE DELLE IMMAGINI: MECCANISMI DI ESPLORAZIONE VISIVA NEL GIUDIZIO ESTETICO ED EMOTIVO DI RAPPRESENTAZIONI PITTORICHE DEL DOLORE

Relatore:

Chiar.mo Prof. Vittorio Gallese

Correlatore:

Chiar.mo Prof. Nicola Bruno

Laureanda:

Anna Cotti

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

Indice

INDICE **5**

RIASSUNTO **7**

ABSTRACT **8**

CAPITOLO I: LA CORNICE TEORICA **11**

1.1 L'EMPATIA: UNA NATURA MULTIDIMENSIONALE **11**

1.1.1 "CORPO NON MENTE": DAL COGNITIVISMO CLASSICO ALL' EMBODIED SIMULATION 17

1.1.2 EMBODIED SIMULATION ED EMPATIA 20

1.2 L'ESPERIENZA DEL DOLORE: UNA NATURA MULTIDIMENSIONALE **22**

1.2.1 LA MATRICE DEL DOLORE 23

1.2.2 EMBODIED SIMULATION NELL'ESPERIENZA DEL DOLORE 27

1.3 L' ESPERIENZA ESTETICA: UNA NATURA MULTIDIMENSIONALE **33**

1.3.1 UNA FORMA MEDIATA DI INTERSOGGETTIVITÀ 33

1.3.2 EMBODIED SIMULATION NELL'ESPERIENZA ESTETICA 35

CAPITOLO II: IL RUOLO DEL VOLTO **43**

2.1 IL VOLTO: UNO STIMOLO SPECIALE **43**

2.1.1 L'ELABORAZIONE PERCETTIVA DEL VOLTO: THE HOLISTIC HYPOTHESIS 45

2.2 LE BASI NEURALI: L'ELABORAZIONE DEL VOLTO **49**

Studi elettrofisiologici 51

Studi di neuroimmagine 52

2.2.1 L'ELABORAZIONE DELLO SGUARDO 53

CAPITOLO III: L'EYE-TRACKING NELLO STUDIO DELLA COGNIZIONE 57

3.1 L'EYE-TRACKING: UNA TECNOLOGIA PER LO STUDIO DEI MOVIMENTI OCULARI 57

3.1.1 CENNI DI ANATOMIA OCULARE IMPLICATA NELL' EYE-TRACKING 60

3.2 LA LATERALIZZAZIONE EMISFERICA: L'ELABORAZIONE DEL VOLTO 61

3.2.1 IL LEFT VISUAL FIELD (LFV) BIAS 61

3.2.2 IL LEFT-BIAS NELL'ARTE 65

3.3 L'ANALISI DELLE ESPRESSIONI EMOTIVE 68

3.4 L'ANALISI DELL'ATTENZIONE AL DOLORE 72

3.4.1 STUDI EYE-TRACKING 75

3.5 L'ANALISI DELL'ESPERIENZA ESTETICA 77

3.5.1 LA CONCLUSIONE DELL'EMBODIED SIMULATION 82

CAPITOLO IV: UNO STUDIO COMPORTAMENTALE E EYE-TRACKER.....87

4.1 MATERIALI E METODI 87

4.1.1 PARTECIPANTI..... 87

4.1.2 STIMOLI 90

4.1.3 PROCEDURA 97

4.1.4 APPARATO 103

4.2 RISULTATI 109

4.2.1 RISULTATI ANALISI COMPORTAMENTALE 109

Task estetico (AJ)..... 110

Correlazioni con scale 110

Task emotivo (EJ) 113

Correlazioni con scale 113

4.2.2 ANALISI DEI MOVIMENTI OCULARI 115

Task estetico (AJ)..... 116

Confronto tra task estetico (AJ) e task emotivo (EJ)..... 124

Analisi qualitativa sulle prime fissazioni per AOI e Condizione 125

4.3 DISCUSSIONE.....128

BIBLIOGRAFIA.....155

SITOGRAFIA.....188

Riassunto

Le espressioni emotive hanno una forte rilevanza sociale e biologica e il loro riconoscimento ci consente di comprendere gli stati interni, i bisogni e le intenzioni degli altri individui. Nel dolore, la capacità di riconoscere l'espressione emotiva corrispondente rappresenta un requisito fondamentale per la formazione dei legami sociali. La comunicazione della sofferenza consente lo stabilirsi di un rapporto di espressione-comprensione empatica con l'altro che è mediata dalla condivisione delle stesse rappresentazioni affettive.

Lo scopo dello studio è stato quello di indagare se il coinvolgimento di soggetti naïf (n=9) in giudizi estetici o emotivi su immagini di volti (n=24) comportasse pattern di esplorazione visiva differenti, a seconda della natura (artistica o meno) delle immagini e del loro contenuto emotivo (dolore o neutro); si era inoltre interessati a valutare quanto tali giudizi potessero risentire della natura artistica ed emotiva delle immagini.

Abbiamo esaminato la durata e il numero di fissazioni indirizzate verso le diverse categorie di stimolo creando delle *Areas of Interest* (AOI).

Dai risultati comportamentali è emerso che la valutazione estetica dell'immagine pare non riuscire a scindersi dalla valenza dell'oggetto raffigurato, in quanto sono stati i volti neutri, rispetto alle espressioni di dolore, ad ottenere un punteggio estetico superiore, indipendentemente dalla qualità artistica dell'immagine. Questo risultato conferma che il giudizio estetico è associato a processi automatici quali quelli emotivi che sono in parte veicolati dal meccanismo *mirror*. Considerando la durata totale delle fissazioni notiamo, inoltre, che la valutazione estetica di volti esprimenti dolore richiede fissazioni più lunghe rispetto alla valutazione dei volti neutri.

Le modalità di esplorazione visiva utilizzate durante la valutazione emotiva delle immagini, declinate come numero di fissazioni, risentono unicamente del contenuto emotivo delle immagini; nel caso degli stimoli neutri l'esplorazione pare essere influenzata dal *left visual field bias* (LVF); differentemente, nel caso in cui l'immagine racchiuda salienti indici espressivi, il pattern esplorativo si troverà agganciato ad essi e quindi localizzato a destra, cioè sull'emifaccia più espressiva, quella di sinistra. La durata delle fissazioni eseguite su immagini esprimenti dolore, al contrario, sembra essere influenzata dalla natura artistica degli stimoli: sono i volti pittorici a richiedere fissazioni più lunghe rispetto alle fotografie. Infine, si conferma l'esistenza del noto *left bias* nella lateralizzazione delle prime fissazioni durante la formulazione di un giudizio estetico.

Abstract

Facial emotional expressions play a crucial role in human sociology and biology and their comprehension allows us to recognize moods, needs and intentions of another human being. As regards pain, the ability to recognize the corresponding emotional expression represents a central requirement to foster social interactions. The communication of pain experience allows the establishment of an empathic relatioship with others by providing common affective representations.

The aim of this study was to investigate, using eye-tracking technique, the influence of aesthetic and emotional judgments on visual behavior while subjects, naïf (n=9) to art criticism, were presented with images (n=24) of neutral or pain expression which could be painted or photographed. We also analysed if the aesthetic (artistic-realistic) and the emotive (neutral-pain) nature of images could implicate differences in gaze behaviour and in judgments (aesthetic-emotional).

Analyses of eye-tracking data were carried out within 4 Areas of Interest (AOIs) which were: *eye left*, *eye right*, *nose* and *mouth*. To this purpose we have cosidered as indexes of the analysis the number of fixations and the duration of fixations, per categories of stimuli, in each AOI.

The results have shown that aesthetic evaluation is strictly associated with the emotional valence of the represented object; our partecipants judged neutral faces as more beautiful than faces expressing pain and this evaluation was not influenced by the artistic nature of images. These results support the evidence that emotional judgment is associated with automatic processes which are in part based on the mirror mechanism. Furthermore, our partecipants looked longer to pain expressions than to neutral expressions

As regards emotional judgment, in terms of number of fixations, gaze behaviour is influenced by the emotional content of the images; the exploration pattern of neutral faces seems to depend on the phenomena of the *left visual field bias* (LVF), differently, in case of pain expresions, which contain salient cues, eye movements are attached to them and polarized toward the right side, on the more expressive hemiface, the left one. On the other hand, the duration of fixation of faces expressing pain seems to be influenced by the artistic nature of the stimuli: in fact, painted faces seem to require longer fixations compared to photographs. Finally, our results confirmed the existence of the well-known *left bias* on the lateralization of the first fixations during the aesthetic task.

Capitolo I: La cornice teorica

"*L'arte è fatta per turbare e la scienza rassicura*"

G. Braque, *Il giorno e la notte*

1.1 L'Empatia: Una natura multidimensionale

"There are probably nearly as many definitions of empathy as people working on the topic"

Vignemont & Singer, 2006

L'empatia, o *Einfühlung*, rappresenta uno dei temi più dibattuti all'interno delle neuroscienze cognitive dell'ultima decade, enfatizzato in particolare dalle recenti scoperte neuroscientifiche nell'ambito della cognizione sociale.

Le prime discussioni sul tema, tuttavia, risalgono al diciottesimo secolo e sono nate nel campo della filosofia e dell'estetica (Schott e coll., 2015).

Nel 1778, in ambito culturale tedesco, il filosofo e teologo Johann Gottfried Herder pubblicò un breve saggio intitolato 'Sul conoscere e il sentire dell'anima umana', in cui, invitando i lettori a cogliere la complessità e l'universalità della natura creata (A. Pinotti, *Empatia*, 2011), utilizzò il sostantivo *Einfühlung* per spiegare come per sentire sé stessi sia imprescindibile la relazione con l'altro. Nella cornice culturale francese di quel secolo, fu l'abate Jean Baptiste Du Bos che nelle sue 'Riflessioni critiche sulla poesia e sulla pittura' (1711), accennò per primo ai fenomeni simpatetici che intervengono, all'interno della relazione con l'altro, nella risoluzione delle

esperienze di sofferenza (J.B. Du Bos, *Riflessioni critiche sulla poesia e sulla pittura*, trad. it., 2005).

Nel suo saggio, Du Bos enfatizzò il carattere riflessivo e relazionale dell'emozione che si può osservare, ad esempio, nel momento in cui piangiamo se vediamo qualcun altro piangere. Questa reciprocità emotiva si realizza in modo automatico e va intesa come *"facoltà pre-riflessiva, che risponde meccanicamente a delle sollecitazioni esterne […] un sentimento che giudica immediatamente e spontaneamente senza ricorrere al ragionamento"* (A. Pinotti, *Empatia*, 2011, pg. 34). L'idea di Du Bos si avvicina fortemente alla concettualizzazione che è stata proposta negli ultimi anni dalle neuroscienze cognitive, in quanto pone al centro dell'attenzione il ruolo del corpo nell'esperienza delle relazioni. La comprensione del comportamento e dell'emotività dell'altro non necessita di un pensiero razionale bensì di meccanismi automatici che garantiscono una relazione di somiglianza corporea con l'altro.

Per tutta la prima parte del diciannovesimo secolo, nell'ambito della riflessione estetica in Germania, si parlò di fenomenologia simpatetica avvicinandosi al concetto di *Einfühlung* inteso come 'sentire dentro', senza riuscire, tuttavia, ad evolvere verso quella direzione. È nella seconda metà del secolo che il termine *Einfühlung*, successivamente tradotto come empatia, risuona all'interno del dibattito in estetica.

Il dibattito vide da un lato i formalisti che inquadravano la forza di un'opera artistica all'interno delle sue caratteristiche formali; dall'altro esponenti come Robert Vischer che si soffermavano sulle modalità corporee con cui si esperisce un'opera d'arte. Vischer sottolineava l'importanza del rapporto che si crea tra il fruitore e l'oggetto della sua contemplazione riferendosi, nella sua opera 'L'atto estetico e la forma pura' (1874), ai processi di trasferimento, proiezione e trasposizione delle emozioni esperite dall'individuo nelle opere d'arte, o più in generale negli oggetti, che sono percepiti attraverso i sensi (A. Pinotti, *Empatia*, 2011, pg. 185).

Secondo Vischer, l'estetica deve distruggere l'illusione che la bellezza possa esistere senza l'attivo contributo del soggetto che percepisce. La bellezza emerge da un contatto tra l'oggetto e un soggetto che lo contempla e ciò che è veramente attivo in questo contatto è il soggetto; in questi termini la bellezza può essere definita come un'azione (Giusti & Azzi, 2013, *Neuroscienze per la psicoterapia*, pg. 178). L'analisi di Vischer è stata finalizzata a cogliere il ruolo giocato dalla corporeità vivente nei vissuti empatici; concetto questo che fa eco ad una più recente formulazione teorica che descrive come questa trasposizione possa assumere una forma motoria o sensoriale anche quando parliamo di forme statiche e prive di vita quali un affresco, un dipinto o una scultura (Gallese; 2010b, 2012, 2014).

Agli inizi del XX secolo, sempre in ambito culturale tedesco, si assiste al passaggio dalla nozione di empatia intesa come 'sentire dentro', propria del contesto estetico, al concetto di empatia nella comunicazione intersoggettiva (Lancellotti, 2001). A favorire questo passaggio è il filosofo Theodor Lipps, che nel 1906, scriveva: "*Un osservatore è stimolato dalla vista di un oggetto […], presto l'osservatore sente se stesso, e sperimenta l'oggetto come se la propria identità fosse scomparsa"* (Theodor Lipps, 1906, *Einfühlung und ästhetischer genuß,* pg. 110-14). Lipps riconduce il piacere estetico all'empatia estetica, il piacere estetico, egli scrive, è un "*piacere per l'io, nella misura in cui esso è proiettato empaticamente nell'oggetto'* o rispettivamente è *'il piacere per l'oggetto, ma non per l'oggetto in quanto tale, ma nella misura in cui io mi sono proiettato empaticamente con l'altro*" (Theodor Lipps, 1899, *Aesthetische Einfühlung*, pg. 416). In questi termini, il piacere estetico si concretizza in un atto di godimento nei confronti di un oggetto che, al momento della contemplazione, non risiede più all'esterno ma nell'individuo stesso. Lipps fu aspramente criticato dai fenomenologi per l'incapacità della teoria proiettiva dell'empatia di garantire la condizione di alterità dell'altro con cui si empatizza. Successivamente egli estese questo concetto alle relazioni interpersonali teorizzando che l'empatia implichi una sorta di istinto all'imitazione interiore di movimenti e atteggiamenti altrui

(Gallese, 2010a). Quando questo avviene, il soggetto ripete, oltre alle manifestazioni esteriori altrui, anche gli stati emotivi che accompagnano tali manifestazioni; è in questo modo che si esplicita il 'sentire' ciò che l'altro sente e proiettarci in lui (Lancellotti, 2001).

Quando per esempio si osserva un acrobata del circo sospeso sulla fune, si ha la sensazione di percorrere quel tratto di corda con lui, oscillando e rivivendo quelle azioni; " *[…] l'osservazione dei movimenti altrui suscita in noi lo stesso stato d'animo che è alla base del movimento osservato, tuttavia questo stato non viene percepito come una propria esperienza ma viene proiettato sull'altro e legato al suo movimento (non mi perdo nell'altro)*" (Giusti & Azzi, 2013, *Neuroscienze per la psicoterapia.* pg. 179; Gallese, 2010a).

Secondo Lipps, il soggetto che osserva un gesto eseguito da un'altra persona proietta se stesso in quell'altra persona esperendo ciò che l'altro prova, mostrando la tendenza ad imitare il suo stesso gesto; in questi termini, gli oggetti d'arte coinvolti nell'esperienza estetica, così come le emozioni altrui, sono dunque sentiti, compartecipati, e non solo osservati (Bonino e coll., 1998).

Lipps (1903) fu il primo a suggerire l'esistenza di una relazione tra l'imitazione (definita '*inner imitation'*) e la capacità di comprendere gli altri ascrivendo loro sentimenti, emozioni e pensieri (Gallese; 2003b, 2008, 2010a). Ma questo non deve sorprendere se consideriamo che Freud (1921) adotterà la sua concettualizzazione di empatia proprio da Lipps, considerandolo '*the clearest mind among present-day philosophical writers*', come scrisse a Fliess nel 1898 (Freud 1985, p. 324). Nel 1921 in 'Psicologia delle masse e analisi dell'Io' Freud scrive: *"C'è una via che conduce all'identificazione, attraverso l'imitazione, cioè alla comprensione dei meccanismi mediante i quali ci è consentito assumere un qualsivoglia atteggiamento nei confronti della vita mentale altrui"* (Freud; *Psicologia delle masse e analisi dell'Io,* Vol. 9 in Gallese 2007). Quattro anni dopo (1925) in 'Inibizione, sintomo e angoscia' Freud scrive: "*È solo per mezzo dell'empatia che siamo in grado di conoscere l'esistenza di una vita psichica differente dalla nostra"* (Freud; *Inibizione, Sintomo e Angoscia*, Vol.10 in Gallese 2007).

Nel fenomeno dell'empatia parliamo quindi di compartecipazione, imitazione interna e simulazione, viene così invertito il rapporto tra il riconoscimento dello stato d'animo e la compartecipazione; contrariamente a quanto sostenuto dai cognitivisti, non è il riconoscimento dello stato altrui che consente la condivisione bensì è la condivisione con l'altro che rende possibile il riconoscimento dei suoi stati d'animo (Giusti & Azzi, 2013).

Nel 1909 il termine 'empatia' viene ufficialmente trasferito dall'ambito estetico a quello psicologico ad opera di Edward Bradford Titchener (1867-1927) che tradusse con *Empathy* l'*Einfühlung* di Lipps.

La natura multidimensionale dell'empatia emerge più chiaramente all'interno della tradizione fenomenologica in filosofia. Secondo Husserl (1931), attraverso l'*Einfühlung* noi comprendiamo che gli altri sono simili a noi (Gallese; 2008, 2010a); lo scopo del filosofo è quello di raggiungere una conoscenza oggettiva della realtà attraverso l'empatia. Nei testi husserliani, l'empatia è intesa come base essenziale di riconoscimento corporeo a fondamento delle possibili forme di intersoggettività.

Husserl parla, però, di forma intenzionale di percezione per analogia, fornendo una distinzione tra il corpo come oggetto materiale (*Körper*) e il corpo come corpo vivo (*Leib*). Secondo il filosofo, ciò che renderebbe intelligibile il comportamento dell'altro è il fatto che il suo corpo verrebbe esperito come *Leib*, ovvero come qualcosa di vitale e di analogo all'esperienza personale di corpo in azione (Gallese, 2009); "*Io tocco il Leib estraneo in parte con le mani, in parte attraverso contatti tattili attraverso le altre parti del mio Leib e lo riconosco, in virtù dei modi simili d'apparizione, come di una natura corporea simile rispetto al mio stesso Leib, solo l'orientazione è un'altra […]"* (Husserl, 1973, *Zur Phänomenologie der Intersubjektivität*, pg. 286). In questi termini, non ci sarebbe percezione senza la consapevolezza del corpo vivo; una consapevolezza che emerge da un corpo che sente e percepisce.

Gli altri individui sono riconosciuti come tali in virtù della consapevolezza corporea che evocano nell'osservatore attraverso un'operazione che Husserl definisce 'paarung' (Gallese, 2003b, 2007), un primitivo processo olistico di accoppiamento, che è "*fondamento di tutte le altre formazioni intersoggettive di comunità*" (Husserl, 1998, *'Meditazioni cartesiane con l'aggiunta dei Discorsi parigini'*, p. 140). Nel paradigma fenomenologico di Husserl il singolo individuo è strettamente legato all'alterità, è in questo senso che "*l'altro, per il suo senso costitutivo, rinvia a me stesso; l'altro è il rispecchiamento di me stesso*" (Husserl, 1965, *Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica*, pg. 117 in Mazzotta, 2008). La critica che può essere posta a questa concettualizzazione è che per Husserl l'accesso all'altro non può essere diretto ma consiste in un appaiamento alla volta. In realtà, la comprensione dell'altro non è conseguita esclusivamente o necessariamente grazie ad un argomento per analogia, bensì attraverso un meccanismo di simulazione che produce nell'osservatore uno stato corporeo condiviso con l'agente di quell' azione o espressione. È per l'appunto la condivisione dello stesso stato corporeo tra osservatore e osservato a consentire questa forma diretta di comprensione, che potremmo definire 'empatica' (Gallese, Migone & Eagle, 2006).

Infine, quello che ancora oggi rimane il modello migliore di empatia è quello discusso da Edith Stein (1912), filosofa tedesca allieva di Husserl, che nella sua tesi di dottorato scriveva: "*Tutto ciò che è psichico è coscienza legata al corpo vivo"*. La Stein pone il concetto di empatia al centro e lo inquadra come l'essenza della capacità di istituire comunicazioni intersoggettive, fino a mettersi nei panni dell'altro; questa è la condizione genetica di ogni comunicazione e, quindi, "di ogni inizio di società" (E. Stein, op.cit., pag. 79 in Lancellotti, 2001). L'intersoggettività è in prima istanza empatia. La filosofa è chiarissima nel sottolineare come il concetto di empatia non possa essere ridotto alla mera compartecipazione dell'emozione e dei sentimenti, è necessario includere una connotazione più fondamentale, che è la capacità di stabilire una relazione di similarità tra me e l'altro, di cui una componente fondamentale va ricercata nel dominio

dell'azione (Gallese; 2008, 2010a). In "Fenomenologia della percezione", Merleau Ponty (1945) scrive che: " *[…] il senso dei gesti altrui non è dato ma compreso, cioè ricatturato dall'azione dell'osservatore. La difficoltà risiede nel concepire questa azione* (intesa come capacità implicita di catturare il senso dell'altro), *senza confonderla con un'operazione cognitiva* (ovvero di ermeneutica, di interpretazione esplicita). *La comunicazione o la comprensione dei gesti è resa possibile dalla reciprocità tra le mie intenzioni e i gesti degli altri, tra i miei gesti e le intenzioni trasmesse dai gesti altrui. È come se le intenzioni dell'altro abitassero il mio corpo" (p. 185)* (Gallese; 2008, 2010a).

Queste parole, sottolineando la centralità dell'empatia nel fare esperienza del mondo, hanno anticipato il tema dell'*Embodied Cognition* relativo all'intersoggettività, promosso dalle contemporanee ricerche in neuroscienze cognitive (Gallese, 2008). L'empatia, intesa come capacità di avere una comprensione esperienziale diretta dell'altro in termini di sentimenti e stati interni, è profondamente radicata nel nostro corpo. È per mezzo del corpo che è possibile cogliere le emozioni e sensazioni altrui (Gallese, 2003a, 2003b). Gli stati motori sensoriali ed emozionali osservati nell'altro, attraverso un meccanismo che è stato definito 'di condivisione' sono in grado di attivare analoghe rappresentazioni neurali di chi osserva (Gallese; 2001, 2002, 2003a, 2004; Wicker e coll., 2003; Keysers e coll., 2004; Botvinick e coll., 2005). L'empatia è qui elemento costitutivo della coscienza e garantisce una relazione intenzionale di somiglianza con l'altro (Mazzotta, 2008).

1.1.1 "Corpo non mente": dal Cognitivismo classico all' *Embodied Simulation*

"È come se le intenzioni dell'altro abitassero il mio corpo e le mie le sue"

M. Merleau-Ponty (Fenomenologia della percezione, 1945)

All'interno delle scienze cognitive, tematiche quali l'intersoggettività e l'empatia costituiscono alcuni tra gli argomenti più controversi di cui si dibatte. L'empatia, giocando un ruolo

fondamentale nella denotazione delle modalità di inter-azione tra gli individui, permette la costruzione di legami di senso con l'altro. Da diverso tempo infatti, gli interrogativi sulla natura di tali modalità di instaurazione delle relazioni sociali stanno occupando una posizione trasversale in diverse discipline: dalla psicologia cognitiva e dello sviluppo alla filosofia della mente, dalla psichiatria alle neuroscienze (Gallese, 2003a). È stato a partire dalla seconda metà del secolo scorso che il progresso della ricerca neuroscientifica ha consentito di indagare i processi neurali che sottostanno a questi fenomeni. Attraverso le nuove tecnologie di *brain imaging*, come la risonanza magnetica funzionale (fMRI), è stato possibile avanzare studi non invasivi del cervello umano. Ciò nonostante, diversi ambiti delle neuroscienze cognitive sono tutt'ora ampiamente influenzati dalle linee teoriche del Cognitivismo classico, da una parte, e dalla psicologia evoluzionistica dall'altra (Gallese, 2013).

Secondo l'approccio cognitivista classico, per poter comprendere il funzionamento della mente umana, è sufficiente focalizzarsi sullo studio del singolo individuo; i cognitivisti escludono completamente la dimensione sociale della mentre umana. La mente viene qui concepita come un sistema funzionale in cui i processi possono essere descritti come manipolazioni di simboli informazionali, in conformità ad una serie di regole sintattiche formali (Fodor 1998, Pylyshyn 1984 in Gallese; 2003a, 2013). Secondo la prospettiva tradizionale delle scienze cognitive, la comprensione del comportamento altrui si esaurisce nella capacità di attribuire gli stati mentali all'altro, questa capacità è stata definita 'Teoria della Mente" (T.o.M) o mentalizzazione (Premack & Woodruff, 1778). E' in un primo celebre articolo, pubblicato nel 1978 da Premack & Woodruff "*Does the Chimpanzees have a Theory of Mind?*", che viene introdotto questo termine.

La nozione di T.o.M. è stata analizzata da molteplici prospettive all'interno di quella che è stata definita 'Teoria della Teoria'. Secondo alcuni, la mentalizzazione sarebbe un'espressione funzionale di un modulo ben specifico ed incapsulato (Leslie, 1997; Baron-Cohen, 1995; Fodor,

1992). Secondo altri, invece, la capacità di mentalizzare non sarebbe innata, bensì rappresenterebbe lo stadio finale di un lungo processo evolutivo ed ontogenetico (ipotesi del 'bambino come scienziato', Gopnik & Meltzoff 1997). Sulla base di questa cornice teorica, le neuroscienze cognitive hanno tentato invano negli ultimi vent'anni di localizzare nel cervello umano i moduli cognitivi e di individuare le 'mappe del Social brain'. Questa prospettiva è stata criticata dall'approccio dell'*Embodied Cognition* secondo cui questa localizzazione rischia di cadere in un riduzionismo ontologico che reifica l'individuo umano in un "*ammasso di neuroni variamente distribuiti nel cervello"* (Gallese, 2013).

Il filosofo Alvin Goldman, anche se non alfiere dell'*Embodied Cognition,* si è concentrato su di una teoria ibrida, ma alternativa alla 'Teoria della Teoria' e cioè la 'Teoria della Simulazione Moderata', proposta già a partire dagli anni '80. Secondo l'autore, l'idea che ci facciamo del pensiero e degli stati interni dell'altro non proviene da deduzioni logiche e computazionali, ma piuttosto in modo più implicito e diretto, ovvero 'simulando *off-line'* quello che percepiamo dell'altro. Nel 1996, la tesi di Goldman è stata radicalizzata nella cosiddetta 'Teoria della Simulazione Radicale' (Gordon, 1996). In questa teorizzazione viene eliminato il passaggio di attribuzione esplicita all'altro; l'individuo si proietterebbe direttamente nella situazione, trasformandosi nell'altro nel momento in cui simula. Questo processo, partendo dalla realtà esterna anziché dalle credenze, è stato definito da Gordon 'una strategia ascendente'.

Entrambe le teorie identificano la mentalizzazione, la comprensione dell'altro e la Teoria della Mente come il risultato della simulazione, per mezzo della quale possiamo 'far finta di metterci nei panni dell'altro', utilizzando la nostra mente come modello per comprendere la mente altrui (Gallese, 2003a).

1.1.2 *Embodied Simulation* ed empatia

"*Il significato delle esperienze altrui è compreso non in virtù di una spiegazione, ma grazie ad una comprensione diretta, per così dire, dall'interno*"

(Vittorio Gallese, 2007)

La scoperta avvenuta nei primi anni '90 del secolo scorso dei neuroni *mirror* nella corteccia premotoria e parietale del macaco (Gallese e coll., 1996; Rizzolatti e coll., 1996), e la successiva scoperta dell'esistenza di un sistema *mirror* anche nell'uomo (Gallese e coll., 2004; Rizzolatti & Sinigaglia 2010, Rizzolatti & Fogassi, 2014), ha permesso per la prima volta di far luce sui meccanismi neurofisiologici alla base di numerosi aspetti della cognizione sociale, suggerendo che esista una modalità diretta di accesso all'altro prescindente l'attribuzione esplicita di atteggiamenti proposizionali (Gallese, 2013). Detto questo, va sottolineato che i neuroni, *mirror* inclusi, sono necessari ma non sufficienti per una comprensione diretta dell'intersoggettività (Gallese & Cuccio, 2015), poiché essi sono contenuti in un organo, il cervello, che è legato, vincolato, cresce e si sviluppa parallelamente ad un corpo che si muove, che agisce, che patisce, nel suo continuo interscambio con il mondo di cui è parte (Gallese, 2007). Un sistema cervello-corpo che interagisce all'interno di un ambiente popolato da altri sistemi cervello-corpo è quindi elemento necessario.

La scoperta dei neuroni *mirror* ha portato ad un'inversione di concettualizzazione dell'idea di 'mente' e di 'intersoggettività'. Rispetto all'approccio cognitivista classico, il nuovo approccio si focalizza sulla relazione tra azione, percezione e conoscenza. Gallese (2007) propone un modello di intersoggettività che parte dalla caratterizzazione dei contenuti non proposizionali della cognizione sociale, si tratta di una strategia epistemica di natura bottom-up. In questi termini, "*La scoperta dei neuroni mirror ci consegna una nuova nozione di intersoggettività fondata empiricamente, connotata in primis e principalmente come intercorporeità – la mutua*

risonanza di comportamenti sensori-motori intenzionalmente significativi" (Gallese, 2013). Continua, "*la capacità di comprendere gli altri in quanto agenti intenzionali, lungi da dipendere esclusivamente da componenti mentalistico-linguistiche, è fortemente dipendente dalla natura relazionale dell'azione. L'intercorporeità diviene così la fonte principale di conoscenza che abbiamo degli altri*" (Gallese, 2013).

Ogni relazione interpersonale implica la condivisione di molteplici stati interni, emozionali e sensoriali; è ormai noto che le stesse strutture nervose che sono coinvolte nell'esperienza soggettiva di emozioni e sensazioni, sono attive anche quando tali emozioni e sensazioni sono riconosciute negli altri. Riprendendo Stern (1985) che parla di 'sintonizzazione affettiva', come linea guida su cui si costruisce il rapporto tra il bambino e la madre, Gallese parla di 'sintonizzazione intenzionale' come modalità diretta di legame con l'altro. È grazie alla creazione di una 'consonanza intenzionale' (Gallese 2003a, 2006) che i nostri meccanismi nervosi ci consentono di riconoscere gli altri come nostri simili, rendendo possibile la comunicazione intersoggettiva e una comprensione implicita degli altri (Gallese, 2013). In questo modo l'altro è molto di più che un altro sistema rappresentazionale, l'altro diviene un altro sé come noi. Alla base della comprensione dell'intenzionalità dell'altro, ci sarebbe un meccanismo di base definito *'Embodied Simulation'* che sfrutta in primis, ma non solo, l'organizzazione funzionale del sistema motorio. Il concetto di *embodiment* esprime come parti corporee, azioni o rappresentazioni corporee svolgono un ruolo primario nella cognizione. Stati o processi mentali sono *embodied* nella misura in cui sono rappresentati in formato corporeo (Gallese; 2013, 2014). L'architettura funzionale dell'*Embodied Simulation*, mediando alle molteplici esperienze dell'individuo, sarebbe alla base della nostra capacità di *empatizzare* con gli altri (Gallese; 2013, 2014). I meccanismi di simulazione ci forniscono uno strumento per condividere a livello esperienziale gli stati mentali altrui; sotto alcuni aspetti, la Simulazione Incarnata può essere considerata come il correlato funzionale dell'empatia (Gallese, 2007).

Riprendendo le parole di Edith Stein, nel libro sull'empatia "*On the Problem of Empathy*" (1912/1964) scrive: "*Riferendosi all'osservazione di azioni animali, posso per esempio entro-sentire un dolore, quando l'animale viene colpito e sta soffrendo. Ma altre cose, certe sue posizioni, certi suoi movimenti, mi sono date solo come rappresentazioni vuote, senza la possibilità di un riempimento"* (Gallese; 2007, 2010a). Secondo l'ipotesi di Gallese, questo 'riempimento' esperienziale è il risultato dell'attivazione della Simulazione Incarnata; un meccanismo che mi permettere di riconoscere in quel che vedo qualcosa in cui 'risuono' e di cui mi approprio esperienzialmente potendolo fare mio (Gallese; 2007, 2013, 2014).

1.2 L'Esperienza del Dolore: una natura multidimensionale

Nel 2008 l'International Association for the Study of *Pain* (*The Kyoto protocol of IASP basic pain terminology*; 2008) ha definito il dolore come *"[...] un'esperienza sensoriale ed emotiva spiacevole associata ad un danno tissutale effettivo o potenziale, o descritta in termini di tale danno"*.

Il fenomeno del dolore riveste un importante significato adattativo e protettivo per l'individuo, producendo riflessi di allerta istantanei in direzione di stimoli potenzialmente dannosi, minimizza la pericolosità del danno (Fernandez & Turk, 1992). Inoltre, consentendo all'individuo di apprendere e ricordare un pericolo di cui ha fatto esperienza, gli permette di prevenire gli eventuali eventi dannosi futuri e, predisponendo l'individuo alla fuga, è strettamente legato al sistema motorio (Farina e coll., 2003). Il fenomeno del dolore è di natura multidimensionale, oltre a quella fisica legata al danno tissutale, è stato descritto da Craig (2003) come un'esperienza di natura globale e universale a cui si fa riferimento per denotare ogni tipo di sofferenza psichica. Difatti, studi di *neuroimaging* nell'uomo e lesionali su scimmie e topi hanno evidenziato un substrato neuronale in parte sovrapposto tra il dolore fisico e quello

psicologico, che si concentra soprattutto a livello della corteccia cingolata anteriore (ACC) (Eisenberger e coll., 2003, 2004; Panksepp e coll., 1998).

Nell'esperienza complessa e multidimensionale del dolore è possibile distinguere varie componenti (Fernandez & Turk, 1992; Price e coll., 1987): una dimensione sensoriale-discriminativa relativa alla valutazione della sede, dell'intensità e della durata della sensazione di dolore; una dimensione affettivo-motivazionale, legata alla spiacevolezza indotta dalla sensazione dolorosa e alle reazioni somato-viscerali e comportamentali che ne conseguono, ed infine, componente cognitiva di valutazione del dolore. Quest'ultima dimensione include i processi di memorizzazione ed apprendimento legati all'esperienza dolorosa.

1.2.1 La matrice del dolore

Alla luce delle nuove tecniche di *neuroimaging* (PET, fMRI), alcuni studi hanno dimostrato che nella rappresentazione del fenomeno del dolore è implicata una vasta rete neurale, definita '*pain matrix'* o matrice del dolore (Duerden e coll., 2013; Apkarian e coll., 2005; Brooks e coll., 2005; Peyron e coll., 2000; Ingvar, 1999).

La matrice del dolore consiste in un sistema anatomo-funzionale di cui fanno parte differenti strutture del sistema nervoso centrale, collocate a differenti livelli, che interagiscono reciprocamente per generare l'esperienza dolorosa. È formata da due distinti insiemi di strutture neurali: il nodo sensomotorio (laterale) ed il nodo affettivo (mediale) (Ingvar, 1999). Il primo, include la corteccia somatosensioriale primaria (SI), la corteccia somatosensoriale secondaria (SII) e diverse aree sensorimotorie tra cui il cervelletto e alcune aree motorie e premotorie. Il secondo, invece, comprende la corteccia cingolata anteriore (ACC), nel giro del cingolo (Vogt e coll., 1993; Rainville e coll., 1997; Fullbright e coll., 2001; Duerden e coll., 2013; Fuchs e coll., 2014), e la corteccia insulare (IC), aree storicamente incluse nel circuito del 'sistema limbico' (Papez, 1937; Jones e coll. 1991; Davis e coll., 1997). Due metanalisi recenti di Apkarian e

collaboratori (2005) e di Duerden e colleghi (2013) hanno confermato che le aree più frequentemente attive durante l'esperienza dolorosa sono le cortecce somatosensoriali (SI e SII), la ACC, il talamo, la corteccia prefrontale e l'insula. Quest'ultima, tuttavia, sembra essere implicata in funzionalità distinte all'interno del fenomeno del dolore (Brooks & Tracey, 2005). Mentre la insula posteriore risponderebbe agli aspetti più sensoriali del dolore (Mazzola e coll., 2009); l'insula anteriore, provocando un incremento della frequenza cardiaca e nella pressione sanguigna, sarebbe associata agli aspetti affettivi ed emotivi dell'esperienza del dolore (Cechetto and Saper, 1987; Yasui e coll., 1991; Zhang e coll., 1999; Peyron e coll., 2000; Rainville, 2002), in quanto non dispone di una rappresentazione somatotopica nocicettiva della periferia corporea. Craig nel 2003 ha proposto che l'insula giocherebbe un ruolo di integrazione degli aspetti sensoriali ed affettivi propri dell'esperienza del dolore (Craig, 2003).

Nel 2013 Duerden e coll. hanno condotto una metanalisi su 140 studi (fMRI e PET), pubblicati tra il 1991 ed il 2011, allo scopo di localizzare le attivazioni cerebrali che intervengono nell'esperienza in prima persona del dolore. Gli autori hanno utilizzato il metodo di metanalisi definito 'ALE' (*Activation-Likelihood-Estimate*) per esplorare l'estensione delle attivazioni cerebrali che intervengono in risposta a stimoli nocivi. Rispetto all'approccio utilizzato nelle precedenti metanalisi (Apkarian e coll., 2005), che si limitava ad un'analisi qualitativa delle strutture cerebrali implicate nel processamento del dolore, il metodo di Duerden e coll. ha fornito, invece, una valutazione di tipo quantitativo dell'attivazione cerebrale; questo è stato possibile creando una mappa della probabilità di estensione del network, che ha permesso la precisa localizzazione delle aree corticali coinvolte nel processamento del dolore.

Dai risultati è emerso, in linea con le evidenze precedenti (Apkarian e coll., 2005; Iadarola and Coghill, 1999; Peyron e coll., 1999), che l'esperienza del dolore sarebbe mediata da un complesso network corticale, costituito dalle aree somatensoriali SI e SII, l'ACC, l'insula, la corteccia prefrontale e il talamo (Fig. 1).

La matrice tridimensionale che è emersa dalla metanalisi conferma l'attivazione spiccata della corteccia insulare anteriore, come riportato da Apkarian e coll (2005); e aggiunge il talamo sinistro, la ACC destra, l'insula anteriore bilaterale e quella posteriore dorsale sinistra. La ACC destra ha mostrato la più alta probabilità di attivazione in risposta agli stimoli nocivi; essa, infatti, è implicata nel processamento della salienza emotiva o della spiacevolezza dello stimolo doloroso. Tra le regioni chiave che sono coinvolte nel processamento del dolore sono stati inclusi, inoltre, i gangli della base e la corteccia cingolata (Duerden e coll., 2013).

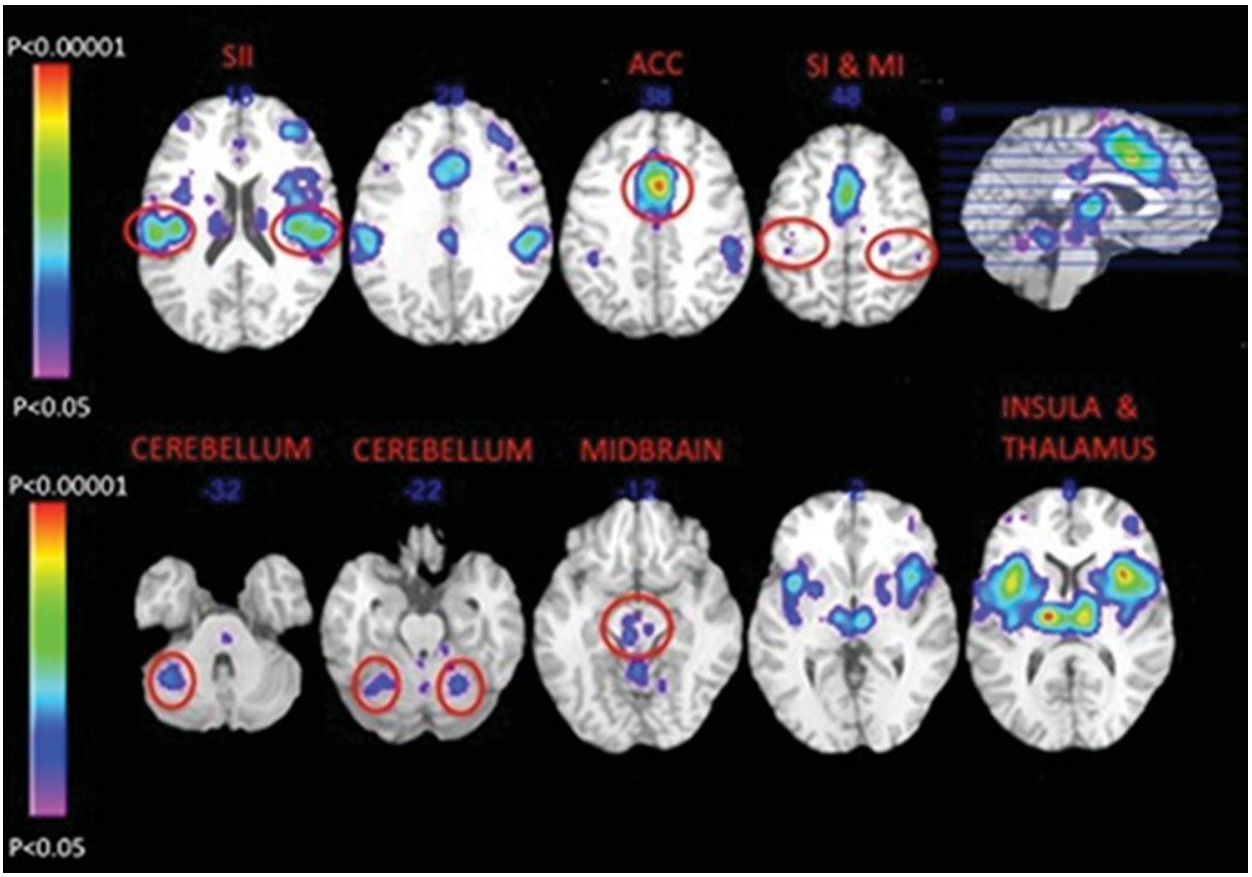

Figura 1. Mappa 'ALE' che descrive qual è la probabilità di evocare un'attivazione cerebrale in risposta ad uno stimolo nocivo applicato alla pelle, al muscolo o ai visceri di un soggetto sano. Le regioni cerebrali che hanno una probabilità significativa di essere attivate per il dolore includono la corteccia somatosensoriale seconda (SII), la corteccia cingolata anteriore (ACC), la corteccia somatosensoriale e quella motoria primaria (SI/M1), il cervelletto, il mesencefalo, l'insula (anteriore, mediale e nelle regioni dorsali posteriori), e il talamo (Durden e coll., 2013).

Mentre il nodo affettivo è responsabile degli aspetti più emozionali dell'esperienza dolorosa, quali la spiacevolezza e il disagio, il nodo sensomotorio risponde alla capacità di localizzare e valutare l'intensità della fonte nocicettiva (Avenanti & Aglioti, 2006). Infatti, le cortecce somatosensoriali SI e SII rivestono una posizione centrale nell'elaborazione delle componenti sensoriali del dolore e per la sua localizzazione somatica (Ingvar, 1999). Studi di neuroimmagine di Di Piero e coll. (1994) hanno osservato che SI e SII si attivano in sincronizzazione alle aree motorie primarie quando viene applicata una stimolazione dolorosa all'individuo. Nel 1999, il gruppo di ricerca condotto da Ploner, ha dimostrato che l'applicazione di stimoli nocivi termici sul braccio di un paziente che presentava lesioni a SI e SII, non evocava un'esperienza dolorosa completa ma era limitata ad una sensazione di spiacevolezza non localizzata. Il dato suggerisce che la lesione alla corteccia somatica aveva compromesso l'aspetto sensoriale della complessa esperienza del dolore, ma non quello affettivo (Avenanti & Aglioti, 2006).

Dall'altro lato, evidenze circa la dissociazione tra la componente affettiva e quella sensoriale-discriminativa del dolore provengono da lavori di Berthier e collaboratori (1988). I ricercatori hanno osservato che la lesione della corteccia cingolata provocava la cosiddetta 'asimbolia per il dolore', una condizione in cui il soggetto non risponde emotivamente alla sensazione spiacevole pur continuando a percepire il dolore.

Studi di Coghill e coll. (2003), registrando dalla corteccia cingolata anteriore (ACC), hanno trovato una correlazione tra l'attività dell'area e la sensibilità dell'individuo al dolore: gli individui maggiormente sensibili, oltre a riferire un maggiore grado di spiacevolezza legato all'esperienza dolorosa, presentavano anche una maggiore attivazione di ACC superiore. Quest'area, come SI, sembra essere correlata positivamente anche con l'intensità dello stimolo nocicettivo (Porro e coll., 1998; Hutchison e coll., 1999).

Oltre alle aree classiche della matrice del dolore, anche la corteccia prefrontale mostra una spiccata attività nell'esperienza del dolore (Derbyshire e coll., 1993, 1998; Di Piero e coll., 1994). La corteccia prefrontale sembra essere coinvolta negli aspetti più cognitivi e valutativi dell'esperienza, come la pianificazione e la regolazione del comportamento dell'individuo che prova dolore (Shallice, 1982) e nell'integrazione degli aspetti sensoriali ed affettivi del dolore (Ketter e coll., 1993; George e coll., 1994). Al di là delle suddivisioni interne che sono state descritte, le diverse aree che compongono la matrice del dolore comunicano tra loro ed agiscono in modo integrato al fine di fornire un'esperienza globale del dolore.

L'esperienza del dolore è stata per lungo tempo considerata un fenomeno di natura privata, legata all'esperienza soggettiva del singolo individuo; recentemente però le neuroscienze si sono interrogate sull'esistenza di meccanismi di tipo empatico-simulativo che la caratterizzano e che consentono quindi all'individuo di comprendere il dolore altrui.

Alcune recenti evidenze hanno dimostrato che alla base della capacità di sintonizzarsi ed empatizzare con la sofferenza altrui esistono meccanismi di 'risonanza' tali per cui nell'osservazione si attivano le stesse aree che rispondono quando sono io a provare dolore (Avenanti e coll., 2005; Carr e coll., 2003; Singer e coll., 2004; Botvinick e coll., 2005).

1.2.2 *Embodied Simulation* nell'esperienza del dolore

Negli ultimi vent'anni le neuroscienze cognitive hanno allargato i propri orizzonti di ricerca all'analisi di quelli che possiamo chiamare i meccanismi neurali e funzionali alla base dell'empatia per il dolore altrui. I meccanismi dell'*Embodied Simulation* che sono stati descritti nel dominio dell'azione, possono essere applicati anche in altri ambiti quali le emozioni, sensazione e il dolore, essi consentono di stabilire una 'risonanza affettiva' con l'altro che è alla base della costituzione di alcune forme di empatia (Singer e coll., 2004).

La capacità di comprendere il dolore altrui e la possibilità di esperirlo personalmente sono componenti fondamentali per la formazione dei legami sociali (Singer e coll., 2004; Preston e coll., 2002; Williams AC, 2002). L'espressione facciale che si accompagna all'esperienza del dolore ha indubbiamente una funzione adattativa, *"the facial expression of pain is incorporated with verbal and nonverbal vocal activity, posture, and movement in an overall category of pain behaviour. This is assumed to be under operant control of social contingencies such as sympathy, caregiving, and practical help […]"* (Williams, 2002). Tale funzione si esplica nella sua capacità espressiva di richiedere attenzione ed aiuto all'altro (Williams, 2002).

La comunicazione della sofferenza è efficace nel momento in cui è possibile stabilire un rapporto di espressione-comprensione empatica con l'altro. Per mezzo della condivisione delle stesse rappresentazioni affettive del dolore è, infatti, possibile creare una dimensione di empatia reciproca con l'altro che porta all'esplicitarsi di comportamenti filogeneticamente adattativi quali il comportamento altruistico. (Williams, 2002).

Da un punto di vista adattativo, l'apprendimento sociale delle modalità di reazione agli eventi dolorosi potrebbe essere facilitato dall'incorporazione, nel proprio sistema corticospinale, del dolore osservato nell'altro, tale incorporazione sarebbe in grado di promuovere nell'osservatore specifiche reazioni, di *freezing* o di fuga, al fine evitare o prevenire l'evento. Gli studi dimostrano che anche l'osservazione del dolore nell'altro sia in grado di provocare risposte motorie analoghe a quelle che si manifestano quando è il soggetto in prima persona ad esperire un dolore (Aglioti & Avenanti, 2006).

Nel 1999 Hutchinson e collaboratori hanno condotto un esperimento in cui veniva registrato, a livello di singolo neurone, la risposta a stimoli dolorosi di tipo meccanico che venivano applicati sulla mano del paziente. Nel corso delle registrazioni è stato sorprendentemente osservato che un neurone registrato dalla corteccia cingolata anteriore del paziente, che scaricava selettivamente alla somministrazione e all'anticipazione di stimolazioni dolorose alla mano del

soggetto, rispondeva ugualmente quando il paziente osservava il neurochirurgo pungersi la propria mano. La conclusione che è stata avanzata è che l'attività di questo neurone fosse un chiaro esempio di un processo di simulazione, una "simulazione dell'esperienza dolorosa" (Gallese; 2003a, 2001).

Studi di forte rilevanza sono stati quelli di fMRI condotti da Singer e collaboratori (2004) presso il Laboratorio di neuroanatomia funzionale dell'Università di Londra. Gli autori hanno confrontato l'attività cerebrale di 16 donne sane sottoposte a due condizioni sperimentali. Nella prima le volontarie subivano in prima persona una stimolazione dolorosa alla mano, somministrata attraverso scarica elettrica; nella seconda erano invece avvertite, attraverso un *cue* simbolico visivo, che il loro partner in quel momento stava subendo un'analoga stimolazione dolorosa. I risultati hanno evidenziato l'attivazione, in entrambe le condizioni sperimentali, della matrice del dolore, nello specifico dell'ACC e dell'insula anteriore. Un dato interessante è stato riscontrare che le donne che avevano ottenuto punteggi maggiori nelle scale di misurazione dell'empatia, presentavano un'attivazione della matrice del dolore più ampia quando venivano informate che il partner stava subendo dolore. Gli autori hanno concluso che la percezione simbolica indiretta del dolore altrui è in grado di attivare le stesse strutture nervose che sono coinvolte durante l'esperienza in prima persona della stessa sensazione. Curiosamente, non solo l'osservazione ma anche il 'sapere', ad un livello più propriamente cognitivo, che l'altro prova dolore attiva il circuito che si attiva normalmente quando siamo noi stessi ad esperirlo.

Studi successivi di fMRI hanno confermato l'attivazione dell'ACC e dell'insula anteriore, aree che mediano la risposta empatica al dolore, nell'osservazione di espressioni facciali di dolore (Botvinick e coll., 2005) e di stimolazioni dolorose applicate a mani e piedi di altri individui (Jackson e coll., 2006).

In uno studio TMS del 2005, Aglioti e coll. hanno registrato i cambiamenti di eccitabilità nelle rappresentazioni corticospinali dei muscoli della mano di alcuni soggetti mentre osservavano

una siringa penetrare la mano o il piede di un modello sconosciuto, oppure un oggetto. Come stimoli di controllo sono state utilizzate immagini statiche di mani e piedi e alcuni filmati di cotton fioc che toccavano le stesse parti del corpo. L'esperimento è stato condotto stimolando la corteccia motoria primaria di sinistra, i potenziali motori evocati (MEP) indotti dalla stimolazione venivano registrati dal primo interosseo (FDI, nella zona del dito indice) e dall'abduttore del mignolo (ADM) nella mano destra e il dorso di un piede destro dell'osservatore. I risultati hanno evidenziato una riduzione di ampiezza dei MEP specifica per il muscolo della mano che i soggetti osservavano essere punto dalla siringa. Non era invece presente alcuna inibizione muscolare durante l'osservazione degli stimoli di controllo. Inoltre è emersa un'interessante correlazione tre l'intensità di inibizione del muscolo e il grado di 'valutazione empatica' del soggetto nei confronti del modello, in altre parole la riduzione di ampiezza del MEP era tanto maggiore quanto più i partecipanti valutavano intenso il dolore esperito dalla persona osservata (Aglioti & Avenanti, 2006). Questi risultati sono stati discussi come evidenza indiretta dell'esistenza di un meccanismo *mirror* per il dolore. La reattività empatica di un individuo potrebbe fornirgli una strategia per adattarsi rapidamente agli stati affettivi altrui durante le interazioni con i conspecifici.

Recentemente Chiesa e collaboratori (2015) si sono chiesti se uno stimolo-target neutro potesse essere influenzato dalla percezione subliminale di un'espressione facciale di piacevolezza o di dolore. Lo scopo della ricerca era quello di indagare i processi empatici subliminali, per questo gli autori hanno utilizzato la tecnica *continuous flash suppression* (CFS) combinata *all'affective misattribution procedure* (AMP). La tecnica CFS è una forma di soppressione inter-oculare per cui uno stimolo visivo, presentato ad un solo occhio, è soppresso dalla consapevolezza (Tsuchiya & Koch, 2005; Tsuchiya e coll., 2006). La procedura AMP è stata invece utilizzata per valutare il grado di piacevolezza che veniva attribuita a target neutri che erano stati preceduti dalla percezione subliminale di stimoli carichi emotivamente. La posizione ed i movimenti oculari

sono registrati attraverso un dispositivo *eye-tracking* basato sulla riflessione corneale emessa da una fonte infrarossa, l'empatia disposizionale dei partecipanti, invece, è stata assestata tramite l'IRI (Interpersonal Reactivity Index) Questionnaire (Davis 1980). I risultati hanno dimostrato che la visione implicita di una persona che riceve uno schiaffo o una carezza elicita una risposta empatica congruente nell'osservatore. È stata trovata una forte associazione negativa tra l'attività del sistema autonomo (diametro pupillare) e l'effetto AMP; inoltre, la scala EC (*Empathic Concern*) dell'IRI sembra predire solo la dilatazione pupillare che si è verificata durante la percezione subliminale di espressioni di dolore. Questi risultati sono in linea con alcune evidenze precedenti (Bradley et al., 2008; Partale & Surakka, 2003) secondo cui un maggior livello di empatia disposizionale è associato con una maggiore risposta autonomica simpatica e ci suggeriscono che gli individui con tratti elevati di empatia sono maggiormente attivati durante l'esposizione a stimoli che esprimono dolore, anche se questi vengono presentati subliminalmente (Chiesa e coll., 2015).

I risultati supportano le evidenze secondo cui l'empatia disposizionale gioca un ruolo centrale nella reazione al dolore altrui (Avenanti e coll., 2009), questo effetto è presente anche quando il dolore non è esplicitamente percepito nell'osservatore (Chiesa e coll., 2015).

Nel 2011, Lamm e coll. hanno condotto una metanalisi *imaged-based* utilizzando le mappe di attivazione cerebrale di 168 soggetti che hanno partecipato a 9 studi fMRI sull'empatia per il dolore altrui. Per corroborare la generalizzabilità dei risultati ottenuti attraverso le immagini, gli autori hanno eseguito, inoltre, una metanalisi *coordinate-based* su 32 studi fMRI relativi, anch'essi, all'empatia per il dolore.

Dai risultati è emerso l'empatia per la sofferenza altrui è associata all'attivazione di un network cerebrale composto dall'insula anteriore (AI) bilarerale e dalla corteccia cingolata anteriore (ACC) e mediale (MCC) (Fig. 2). L'attivazione di queste aree si sovrappone all'attivazione che incorre durante l'esperienza diretta del dolore. (Fig. 2)

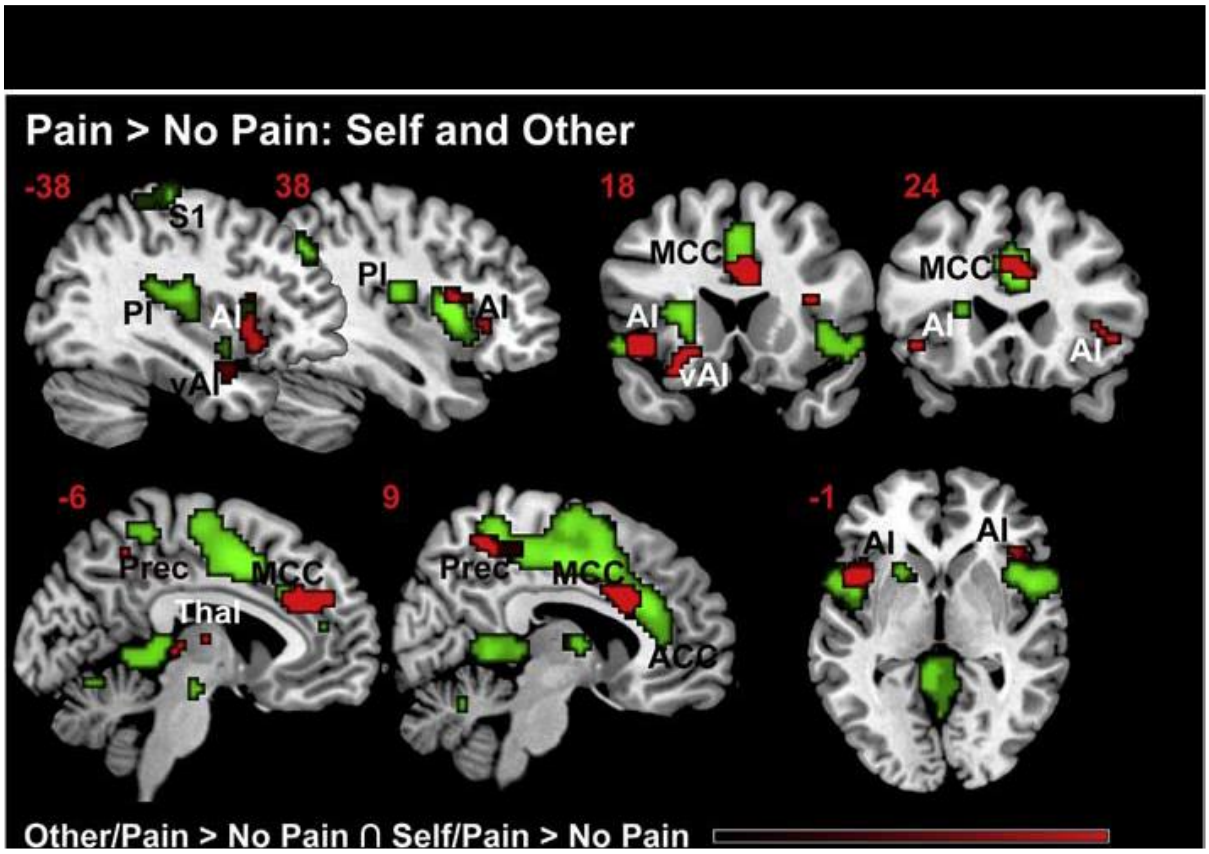

Figura 2. Attivazioni (comuni e distinte) che intervengono nell'osservazione del dolore altrui e nell'esperienza personale del dolore. In rosso: le attivazioni comuni (AI, MCC/ACC, precuneo e talamo). In verde: le attivazioni specifiche per l'esperienza personale del dolore: insula posteriore (PI), SI e gran parte della corteccia cingolata anteriore (ACC) e mediale (MCC).

La metanalisi coordinated-based ha confermato l'attivazione dell'AI bilaterale e della MCC.

Le conclusioni della metanalisi di Lamm e coll. (2011) sono in linea con l'ipotesi per cui i circuiti coinvolti nell'esperienza personale del dolore sono gli stessi che mediano la comprensione degli stessi stati di sofferenza osservati nell'altro. La forte risposta neuronale che è stata evidenziata quando si empatizza con il dolore altrui dimostra che la comprensione dell'altro è mediata dalla condivisione delle stesse rappresentazioni (de Vignemont and Singer, 2006; Decety and Sommerville, 2003; Keysers and Gazzola, 2006).

1.3 L' Esperienza estetica: una natura multidimensionale

"La realtà delle immagini artistiche risiede nella loro efficacia, concepita sia come risultato delle azioni dell'artista che lo produce, sia come gli effetti da esse prodotti su chi le contempla. Il valore estetico delle opere d'arte risiede nella loro capacità di stabilire un legame tra gli atti creativi intenzionali dell'artista e la loro ricostruzione da parte dei fruitori"

Adolf von Hildebrad, Il Problema della Forma dell'Arte Figurativa, 1893

1.3.1 Una forma mediata di Intersoggettività

"La scoperta dei neuroni specchio e della 'Simulazione Incarnata' […] non e stata ancora esaminata in tutte le sue implicazioni, per esempio sotto l'aspetto delle reazioni empatiche alle immagini, in generale, e alle opere d'arte visiva in particolare. Qui ci occuperemo del problema, mettendo in discussione il primato cognitivo nelle reazioni all'arte. La nostra ipotesi e che l'elemento cruciale nell'apprezzamento estetico consiste nell'attivazione di meccanismi incarnati in grado di simulare azioni, emozioni e sensazioni corporee, e che questi meccanismi siano universali. […] Altri fattori storici, culturali e contestuali non invalidano l'importanza della comprensione dei processi neuronali responsabili della percezione empatica delle opere d'arte visive" (Freedberg & Gallese, 2007, p. 52).

La proposta teorica di Freedberg e Gallese (2007) ci permette di introdurre il nuovo paragrafo in cui verrà descritto il ruolo della Simulazione Incarnata nell'atto di gradimento/fruizione estetica estetico di un artefatto artistico. Secondo gli autori dunque, la Simulazione Incarnata si manifesta anche quando le azioni, emozioni e sensazioni percepite sono raffigurate come immagini statiche (Gallese, 2014; Freedberg & Gallese, 2007). La prospettiva dell'*Embodied Simulation* focalizza l'attenzione sul ruolo giocato dalla corteccia motoria nell'esperienza estetica (Kirsch e coll., 2015); la teoria si basa sull'idea che azione e percezione siano due fenomeni strettamente

connessi tra loro (Prinz, 1997; Schütz-Bosbach & Prinz, 2007) e su diverse evidenze sperimentali, ottenute nella scimmia e nell'uomo, in cui è stato dimostrato che la percezione dell'azione attiva il sistema motorio di chi osserva (Rizzolatti & Craighero, 2004). Consentendo l'incorporazione delle azioni che sono dipinte sulla tela, le regioni corticali sensori-motorie contribuirebbero alla valutazione estetica dell'artefatto artistico e sosterrebbero la risposta empatica del fruitore (Ticini e coll., 2015; Kirsch e coll., 2015).

Come anticipato dal modello neuropsicologico di Chatterjee (2003) e dai risultati di neuroimaging pubblicati da Leder e coll. (2004), l'apprezzamento estetico sembra dipendere dall'attività integrata di tre network cerebrali distinti (Cela-Conde e coll., 2011; Nadal, 2013). Uno di questi è il circuito della ricompensa; l'apprezzamento estetico, infatti, si basa su processi coinvolti nelle emozioni, nella produzione della sensazione di piacere e nella rappresentazione della ricompensa che hanno luogo in regioni corticali (i.e., corteccia cingolata anteriore, orbitofrontale, insulare e prefrontale ventromediale), sottocorticali (i.e., nucleo caudato, substantia nigra e nucleo accumbens) e in strutture regolative del circuito (i.e., amigdala, talamo, ippocampo) (Cupchik e coll., 2009; Harvey e coll., 2013; Kirk e coll., 2009; Lacey e coll., 2011; Vartanian e coll., 2013). L'esperienza estetica comporta, inoltre, un'attivazione delle aree responsabili dei processi sensoriali ed eteromodali tra cui, il giro fusiforme bilaterale, il giro angolare e la corteccia parietale superiore (Cela-Conde e coll., 2009; Cupchik e coll., 2009; Ishizu & Zeki, 2013; Lacey e coll., 2011; Lengger e coll., 2007). In questa esperienza si registrano, inoltre, attivazioni di regioni implicate nel giudizio valutativo estetico, nella concentrazione delle risorse attentive e nel recupero delle informazioni dalla memoria (i.e. corteccia prefrontale dorsolaterale e ventromediale, corteccia prefrontale mediale anteriore, polo temporale, corteccia cingolata posteriore e il precuneo; Cattaneo e coll., 2014; Cela-Conde e coll., 2013; Cupchik e coll., 2009; Jacobsen e coll., 2006; Lengger e coll., 2007).

Tuttavia, come sottolineato da alcune ricerche recenti (Cela-Conde e coll., 2013; Vessel e coll., 2012) la mappa che è stata decritta rappresenta solo il primo step. La chiave per comprendere le

fondamenta neurobiologiche che sottostanno all'apprezzamento estetico va ricercata nella dinamica di quei networks corticali che integrano tali regioni (Leder e coll., 2014).

La conclusione che si può trarre dalle recenti evidenze sperimentali supporta, innanzitutto, che la formulazione del modello che media l'esperienza estetica si fonda sull'interazione di processi percettivi, cognitivi, affettivi e motori; inoltre, rivela che non esiste una localizzazione specifica dell'esperienza artistica nel cervello ma essa emerge dalla collaborazione di multipli networks corticali e sottocorticali (Cela-Conde e coll., 2013; Chatterjee, 2014; Vessel e coll., 2012), tra cui un ruolo centrale è rivestito dal sistema motorio (Kirsch e coll., 2015).

1.3.2 *Embodied Simulation* nell'esperienza estetica

Negli ultimi decenni le neuroscienze cognitive hanno espanso il loro campo d'indagine anche al dominio delle arti figurative (e.g., Leder e coll., 2004; Chatterjee, 2011, 2013) in quella che viene definita 'neuroestetica' (Zeki, 1999). Con il termine 'neuroestetica', coniata dal fisiologo Semir Zeki nel 1999, viene comunemente inteso lo studio dei meccanismi neurali che sono alla base del godimento estetico e della contemplazione artistica (Gallese & Di Dio, 2009, 2012). Gli artisti, secondo Zeki, sono 'scienziati naturali' in quanto sono in grado di evocare una risposta estetica nel cervello del fruitore della loro opera d'arte attraverso il 'cervello creativo' (Zeki, 1999). Alternativamente Vilayanur Ramachandran sostiene che l'abilità dell'artista risieda nella sua capacità di evocare meccanismi cerebrali di tipo biologico-percettivi al fine di scatenare nel fruitore una sensazione di piacere basata sulla ricostruzione dell'oggetto artistico (Ramachandran & Hirstein 1999).

Entrambi gli approcci pongono il sistema visivo e la percezione visiva al centro dell'esperienza estetica, essi confinano il godimento estetico ad un fenomeno puramente visivo e riducono alcuni concetti quali il 'bello' e il 'piacere estetico' alla funzionalità di neuroni registrati tramite tecniche di *brain imaging* (per una critica di questa prospettiva si veda Gallese & Di Dio 2009, 2012; Gallese, 2014).

Nel tentativo di fornire una prospettiva biologica per la comprensione del fenomeno estetico, Chatterjee e Vartanian (2014) hanno proposto che l'esperienza estetica possa emergere dall'interazione tra i sistemi neurali che sono coinvolti nei processi sensori-motori (quali: sensazione, percezione e azione), nei processi emotivi-valutativi (ricompensa, emozioni, piacevolezza e motivazione) e nei processi legati alla conoscenza dell'individuo (background socio-culturale, familiarità) (Kirsch e coll., 2015; Di Dio & Gallese, 2009). In linea con questa formulazione, Xenakis e coll. (2012) hanno proposto che gli stati emotivi di base quali la piacevolezza ed il dolore giochino un ruolo centrale nella formazione del giudizio estetico dell'individuo come sostenuto da diversi altri autori (e.g. Cupchik, 1995; Ginsborg, 2003; Guyer, 2003, 2008; Iseminger, 2003; Kant, 1914; Matravers, 2003).

La prospettiva di Gallese e Freedberg (2007) parte invece dall'etimologia originale della parola *aesthesis* ('estetica') che significa 'percezione multimodale del mondo attraverso il corpo' (Gallese, 2014). Questo approccio pone al centro dell'esperienza estetica il sistema motorio, quello somatosensoriale e i circuiti sottostanti alla capacità di provare emozione e sensazioni e non limitano l'essenza empatica dell'arte ad un atto visivo. I meccanismi neurali che generano 'l'empatico' delle immagini sono stati ampiamente discussi nell'articolo del 2007 di Freedberg e Gallese, già nel 1989 David Freedberg in '*The Power of Images* aveva mostrato il suo disaccordo nel concepire l'estetica unicamente come fenomeno metacognitivo e aveva rivendicato il ruolo delle emozioni all'interno dell'esperienza estetica (Gallese; 2010b, 2014). Come discusso, il termine empatia è nato all'interno di un dibattito in estetica in cui Robert Vischer fu il primo a sottolineare l'importanza dell'empatia nell'esperienza estetica. Il filosofo, contrapponendosi ai formalisti, aveva già parlato nel 1873 del contenuto antropomorfo delle forme simboliche e delle reazioni fisiche corporee che caratterizzano il coinvolgimento emotivo del fruitore durante l'esperienza estetica (Gallese; 2010a, 2010b, 2012).

La risposta estetica alle immagini si esplicita dunque nell'attivazione di meccanismi di Simulazione Incarnata che comprendono la simulazione dei gesti, delle emozioni e delle

sensazioni somatiche contenute nelle immagini. Secondo l'ipotesi di Gallese e Freedberg tali meccanismi, sebbene siano modulati socio-culturalmente, sono universali ed essenziali per comprendere il potere che le immagini quotidiane ed artistiche esercitano sull'individuo (Gallese, 2014). È attraverso questi meccanismi, e in quelli della simulazione del 'gesto dell'artista' (Gallese & Freedberg, 2007) che emerge l'empatia nell'esperienza estetica.

Quest'ipotesi è stata recentemente dimostrata da diverse evidenze sperimentali. Il ruolo dell'*embodiment* sensori-motorio nell'esperienza estetica individuale è, infatti, confermato da studi che hanno mostrato una forte attivazione delle cortecce motorie e premotorie durante l'osservazione sia di sculture che dipinti; la stessa attivazione non è stata registrata quando erano presentate versioni modificate degli stessi stimoli (Kirsch e coll., 2015).

In uno studio EEG del 2012, Umiltà e coll. hanno registrato la desincronizzazione del ritmo *mu* dei partecipanti come indice di attivazione del sistema motorio. I soggetti avevano il compito di osservare alcune immagini digitalizzate che riproducevano i tagli su tela delle opere di Lucio Fontana e stimoli di controllo che consistevano in linee nere delle medesime dimensioni. I risultati hanno mostrato un'attivazione della corteccia motoria significativamente più ampia per i tagli rispetto alle linee. L'effetto si presentava indipendentemente dal riconoscimento dell'opera d'arte da parte dei fruitori. Inoltre, registrando contemporaneamente i muscoli distali di mano e braccio che sarebbero utilizzati per tagliare la tela, non sono state riscontrate risposte. L'unica attivazione visibile era quella del sistema motorio, è possibile perciò parlare di simulazione.

Un secondo studio di EEG (Sbriscia-Fioretti e coll., 2013) ha confermato questi risultati utilizzando come stimolo sperimentale i dipinti di Franz Kline, esponente dell'espressionismo astratto degli anni '60. Il movimento in questo caso veniva espresso attraverso la pennellata di colore nero su tela. Anche in questo studio i partecipanti avevano il compito di osservare l'alternarsi degli stimoli originali a quelli di controllo, ottenuti preservando la complessità gestaltica degli originali ma rimuovendo le componenti dinamiche (Gallese, 2014). I risultati

hanno rilevato che, a prescindere dal grado di *expertise* e familiarità nei confronti delle opere d'arte, i potenziali motori maggiori si verificavano per gli stimoli originali, rispetto a quelli di controllo. Poiché le aree maggiormente attivate erano l'area della rappresentazione motoria della mano, le aree prefrontali e quelle orbitofrontali, gli autori hanno concluso che l'osservazione dei dipinti di Kline implichi la simulazione dei gesti artistici utilizzati dall'autore dell'opera, è questa simulazione che concorre nel determinare il potere delle immagini e ne definisce la qualità artistica (Gallese, 2014).

In uno studio recente (2011), Battaglia e coll. hanno indagato l'effetto che l'osservazione di azioni contenute in rappresentazioni pittoriche, esemplificate dall'opera 'La Cacciata del paradiso' di Michelangelo, hanno sull'attivazione del sistema motorio di chi osserva. In particolare, attraverso l'utilizzo della TMS, a singolo e doppio impulso, gli autori hanno registrato l'eccitabilità cortico-motoria in tre condizioni: 1) durante l'osservazione dell'azione dipinta, 2) durante l'immaginazione del dipinto, 3) durante l'osservazione di una fotografia raffigurante la stessa azione. Come stimoli di controllo sono stati utilizzati altri due dipinti: 'La Creazione' di Michelangelo che raffigura gli stessi muscoli che sono coinvolti nell'azione rappresentata ne 'La Cacciata dal Paradiso', ma a riposo; e 'Il Cristo morto' di Bellini dato il contesto a forte impatto emotivo in cui è inserito. I risultati hanno mostrato che l'eccitabilità corticospinale, misurata dall'estensione del muscolo del polso, era facilitata, indicando quindi simulazione motoria, quando i partecipanti osservavano 'La Cacciata dal Paradiso' di Michelangelo (che mostra un movimento di estensione); la stessa facilitazione non è stata registrata né quando i partecipanti osservavano la fotografia di una mano nella stessa posa, né nell'osservazione di altri dipinti raffiguranti mani rilassate o flesse (e.g 'La Creazione' di Michelangelo e 'Il Cristo morto' di Bellini). La differenza d'attivazione riscontrata tra il dipinto e la fotografia potrebbe essere la conseguenza dell'abilità dell'artista di dare l'illusoria impressione del movimento che non emerge, invece, nella fotografia. Queste evidenze

forniscono alcuni dei correlati motori sulla relazione che incorre tra la qualità estetica di un artefatto e la percezione dei movimenti in esso implicati (Battaglia e coll., 2011).

In uno studio simile, Lutz e coll. (2013) hanno utilizzato la risonanza magnetica funzionale allo scopo di confrontare l'attività neuronale che emerge durante il giudizio estetico di raffigurazioni umane dipinte o fotografate. I risultati hanno evidenziato un'attivazione più ampia non solo della corteccia extrastriata ma anche della corteccia parietale posteriore durante l'osservazione dei corpi artistici, piuttosto che di quelli fotografati (Lutz e coll., 2013, Kirsch e coll., 2015).

Un lavoro recente di Leder e colleghi (2012) ha fornito ulteriori evidenze sperimentali a riguardo. Secondo gli autori, durante la fruizione estetica, l'esecuzione da parte dell'osservatore di movimenti analoghi a quelli utilizzati dall'autore dell'opera per realizzarla potrebbe incrementare l'apprezzamento estetico del dipinto. Nello studio, 114 partecipanti avevano il compito di valutare l'estetica di 10 dipinti neoimpressionistici (5 realizzati con tecnica dei puntini e 5 con tecnica del tratteggio) mentre eseguivano movimenti manuali analoghi a quelli utilizzati nelle due diverse tecniche neoimpressioniste: *tipping* (tecnica a puntini) e *hatching-like* (tecnica a tratteggio). Nonostante i partecipanti non vedessero i propri movimenti e fossero inconsapevoli dell'associazione tra lo stile pittorico e il movimento manuale, essi mostravano una preferenza estetica nei confronti di quei dipinti la cui tecnica di realizzazione corrispondeva al movimento che stavano eseguendo (Leder e coll., 2012). Inoltre, quando i partecipanti venivano sottoposti ad un training visuo-motorio di associazione tra il movimento specifico e lo stile pittorico corrispondente, anche la semplice osservazione di immagini statiche era in grado di influenzare il giudizio estetico che veniva attribuito al dipinto, incrementandolo (Ticini e coll., 2014)

In linea con quanto osservato da Freedberg e Gallese (2007), l'osservazione di una rappresentazione pittorica elicita, nell'individuo che osserva, l'attivazione degli stessi movimenti che sono stati utilizzati dall'artista per la realizzazione dell'opera (Cupchik, 1992; Leder, Belke, Oeberst & Augustin, 2004). In questi termini, la simulazione implicita del 'gesto

dell'artista' potrebbe influenzare sia il sentimento empatico che emerge nell'apprezzamento del dipinto che, di conseguenza, la piacevolezza estetica che ne deriva.

In conclusione, secondo la prospettiva dell'*Embodied Simulation* anche l'esperienza estetica è una forma mediata di intersoggettività. Relazionarsi con l'oggetto artistico significa relazionarsi indirettamente con chi ha prodotto quell'oggetto (Gallese; 2010b, 2014). L'*Embodied Simulation*, consentendoci di mappare spazio, oggetti, azioni, emozioni e sensazioni dall'interno, ci fornisce il correlato neurofisiologico del ruolo degli aspetti empatici dell'esperienza estetica, cioè quegli aspetti di immersione, di identificazione, di proiezione di quello che vedo. Sebbene questi studi dimostrino il ruolo dell'*Embodied Simulation* durante l'apprezzamento di opere d'arte nel dominio dell'azione, ad oggi nessuno studio ha investigato il loro coinvolgimento durante l'espressione di un giudizio estetico ed in risposta a contenuti emotivi.

Negli ultimi dieci anni numerose sono state le correnti teoriche che si sono avvicinate al tema della relazione tra l'empatia e l'arte.

Recentemente, la prospettiva neuroscientifica ha visto contrapporsi due differenti approcci, il primo si fonda principalmente sull'evidenza del sistema *mirror*, il sistema che è alla base della simulazione automatica e diretta dei movimenti e delle emozioni espresse nell'opera d'arte; il secondo, invece, si focalizza sugli aspetti più cognitivi che intervengono nell'esperienza estetica. In un lavoro del 2015, Scott e coll. suggeriscono la necessità di procedere cautamente nel trarre conclusioni relative a quali network potrebbero essere coinvolti, concludendo che entrambi i network neuronali proposti sarebbero implicati nella risposta empatica a rappresentazioni pittoriche di dolore. Probabilmente, i processi automatici simulativi e quelli più propriamente cognitivi lavorerebbero in parallelo, interagendo, nella realizzazione dell'esperienza empatica in risposta a contenuti emotivi (Schott e coll., 2015). In accordo, l'approccio proposto da Pearce e coll. (2016) prende in considerazione la complessità dell'esperienza estetica che risulta dall'interazione tra gli individui, gli stimoli sensoriali ed il contesto. In questi termini, le neuroscienze cognitive nell'ambito dell'estetica dovrebbero investigare la natura

multidimensionale dei processi cognitivi e dei networks funzionali che sono coinvolti nell'esperienza estetica, in questo modo l'approccio neuroscientifico può avanzare in modo complementare a quello delle scienze umane (Priebe e coll., 2016). Gli autori, inoltre, suggeriscono la necessità di una visione integrata che includa la biologia, le neuroscienze, la psicologia e la sociologia per lo studio del fenomeno estetico. L'obiettivo è quello di comprendere i processi neuronali e psicologici che intervengono quando l'individuo sperimenta in termini sensoriali un artefatto artistico. Per comprendere questo non possiamo prescindere dall'analisi dei molteplici livelli che entrano in gioco nell'esperienza soggettiva dell'individuo, da quello cognitivo ai fattori cellulari e genetici, e dall'utilizzo di svariati strumenti di analisi, ciascuno con la propria specificità (Priebe e coll., 2016), tra cui, per esempio, l'*eye-tracker*.

Capitolo II: Il ruolo del volto

2.1 Il Volto: uno stimolo speciale

Il volto rappresenta una delle categorie di stimoli più salienti per l'essere umano, in particolare per le sue implicazioni di carattere sociale e relazionale. I volti sono alla base della comunicazione verbale e non verbale, essi comunicano il genere, il sesso, l'identità e gli aspetti emozionali ed intenzionali dell'individuo (Savazzi e coll., 2014; Itier & Taylor, 2004). Per questo motivo il riconoscimento dei volti, e dei segnali da esso veicolati, è un'abilità essenziale dell'essere umano; garantendo la costruzione di legami relazionali tra i membri di un gruppo sociale. Questa abilità, filogeneticamente adattativa per l'individuo è necessaria alla sua sopravvivenza, sembra possedere una specializzazione cerebrale.

Negli ultimi decenni lo studio della decodifica dei volti ha occupato una posizione centrale e trasversale all'interno di diverse discipline, la psicologia dello sviluppo, per esempio, ne ha enfatizzato l'importanza adattativa che riveste per il neonato nel riconoscimento del caregiver. Questa capacità emerge precocemente nell'individuo, è antecedente allo sviluppo del linguaggio occupando un ruolo centrale nella comunicazione non verbale. Nel campo delle neuroscienze cognitive sono stati diversi gli studi, comportamentali e neurobiologici, che hanno descritto lo sviluppo dei processi di decodifica dei volti (De Schonen & Mancini, 1995; Simion e coll., 2002; Turati e coll., 2002; Macchi Cassia e coll., 2002; 2004; 2008; Caldara e coll., 2006; Simion & Leo, 2010; Simion & Di Giorgio, 2015). Numerose evidenze supportano l'ipotesi che i volti siano uno stimolo speciale e che vengano elaborati da aree visive specifiche in modo differente da altri tipi di stimoli, quali ad esempio gli oggetti (Hecaen & Angelergues, 1962; Perrett e coll., 1982; 1992; Desimone e coll., 1991; Kanwisher, 2000).

Bowlby già nel 1969, alla luce degli studi sull'importanza adattativa del riconoscimento del caregiver da parte dell'infante, aveva supposto l'esistenza di preferenze visive nel neonato. Egli aveva ipotizzato che i neonati, posti davanti ad una scelta visiva tra stimoli tipo 'faccia' e stimoli tipo 'non-faccia', avrebbero osservato maggiormente i primi rispetto ai secondi. Studi successivi di Goren e coll. (1975) hanno supportato le ipotesi di Bowlby riscontrando una preferenza neonatale per volti schematici in movimento rispetto a non-volti schematici, sempre in movimento. Altre evidenze degli anni '90 hanno confermato l'esistenza nei neonati di una preferenza visiva per il volto o per stimoli analoghi ad esso, rispetto ad altri pattern visivi (Johnson & Morton, 1991; Valenza e coll., 1996). Dalle ricerche è emerso che questa preferenza non dipende dalle caratteristiche più propriamente fisiche dello stimolo, quali ad esempio la frequenza spaziale o il contrasto, bensì dalla sua struttura interna ovvero dalla disposizione degli elementi che lo caratterizzano. Evidenze comportamentali hanno riscontrato che i neonati inseguono visivamente più a lungo (Johnson & Morton, 1991) e fissano maggiormente (Valenza e coll., 1996) uno schema canonico ed ordinato del volto, rispetto ad uno schema confuso del volto i cui elementi interni sono disposti in modo disordinato. Questi risultati hanno condotto Johnson e Morton (1991) ad ipotizzare che la naturale preferenza del neonato per il volto umano sarebbe guidata da un meccanismo sottocorticale innato definito '*Conspec'*. Questo sistema verrebbe in seguito sostituito, a partire dal secondo mese di vita, da un altro meccanismo corticale basato però sull'esperienza, il '*Conlearn'*; esso coinvolgerebbe un complesso network corticale e sarebbe deputato al riconoscimento facciale. Il primo meccanismo sottocorticale guiderebbe quello corticale nell'acquisizione relativa ai volti (Simion & Di Giorgio, 2015). Nel 1995 De Schonen e Mancini hanno tentato tramite PET di verificare da un punto di vista neurofisiologico l'ipotesi avanzata da Johnson e Morton (1991) ed hanno evidenziato un'attivazione in neonati di due mesi delle cortecce visive superiori durante l'osservazione di volti, le stesse aree che si attivano nell'adulto durante l'esecuzione dello stesso compito.

2.1.1 L'elaborazione percettiva del volto: *The holistic hypothesis*

Evidenze recenti hanno supposto l'esistenza di due proprietà strutturali in grado di elicitare nei neonati la naturale preferenza visiva per i volti (Turati e coll., 2002; Macchi Cassia e coll., 2004) e per le configurazioni geometriche simili ai volti (Macchi Cassia e coll., 2002, 2008; Simion e coll., 2002).

La prima proprietà strutturale, la simmetria, è definita dalla presenza di una maggior numero di stimoli interni nella porzione superiore della configurazione rispetto a quella inferiore (Simion e coll., 2002; Turati e coll., 2002; Macchi Cassia e coll., 2004). Simion e colleghi (2002) hanno dimostrato che i neonati di due mesi preferiscono stimoli composti da un perimetro e da tratti interni posizionati nella porzione superiore della sagoma rispetto ad una situazione-stimolo invertita in cui gli elementi interni sono collocati nella porzione inferiore (vedi figura 3, A).

Lo stesso studio è stato replicato da Macchi Cassia e collaboratori (2004) con l'uso di stimoli 'tipo-faccia' la cui geometria veniva scomposta (vedi Figura 3, *C*). Questi risultati suggeriscono che il tipo di asimmetria alto-basso, se comparata alla geometria e alla struttura del volto, svolge un ruolo centrale nell'elicitare la preferenza visiva per i volti nel neonato.

La preferenza visiva per pattern geometrici costituiti da un maggior numero di tratti interni nella parte superiore sembra quindi essere determinata dall'esistenza di una sensibilità visiva che rende queste configurazioni più facilmente rilevabili (Simion e coll., 2002; Simion & Di Giorgio, 2015). Questa sensibilità potrebbe dipendere da una funzione del collicolo superiore che gioca un ruolo centrale nell'esplorazione del campo visivo superiore (Sprague e coll., 1973) ed ha un ruolo determinante nel comportamento visivo neonatale (Atkinson e coll., 1992).

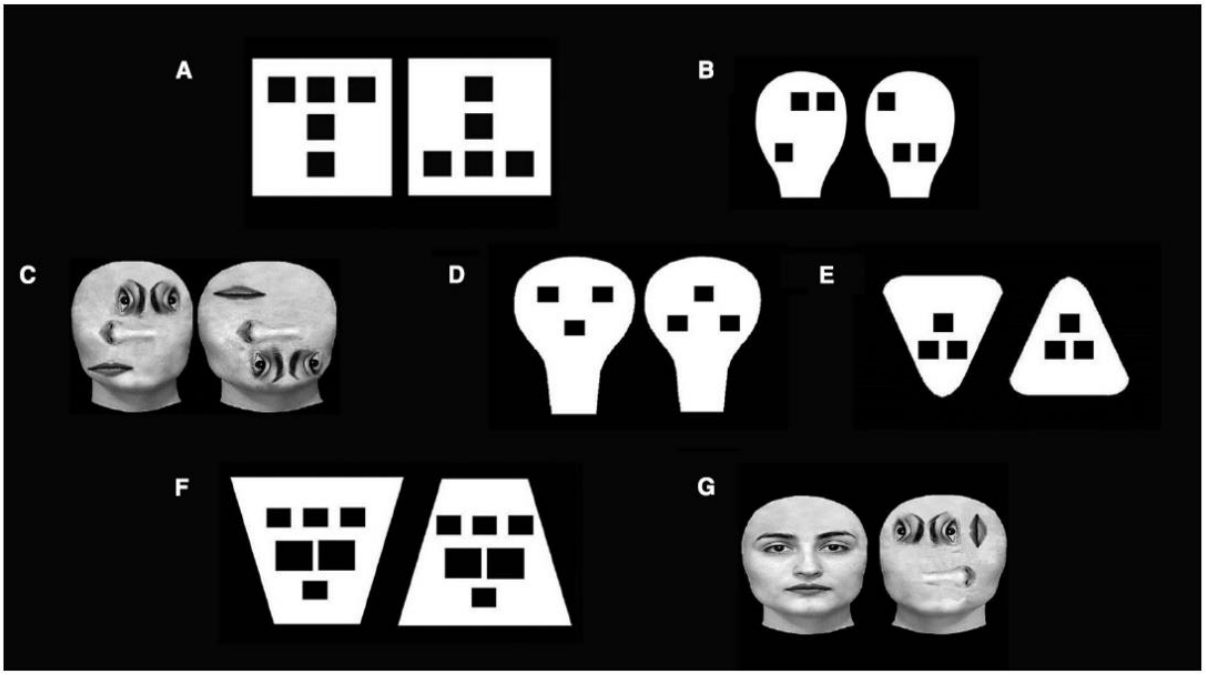

Figura 3. Esempi di stimoli utilizzati per testare il ruolo delle proprietà strutturali che incorrono nella preferenza facciale. (A, B) stimoli utilizzati per testare l'asimmetria alto-basso (Simion e coll., 2002; Turati e coll., 2002); (C) volti reali utilizzati per testare l'asimmetria alto basso (Macchi Cassia e coll., 2004); (D–F) stimoli usati per testare la congruenza (Macchi Cassia e coll., 2008); (G) volti reali per testare l'asimmetria alto-basso e la congruenza (Macchi Cassia e coll., 2004). (tratta da Simion & Di Giorgio, 2015)

Da un punto di vista neurofisiologico, Caldara e colleghi (2006) utilizzando la risonanza magnetica funzionale (fMRI), hanno misurato in adulti le attivazioni prodotte nelle aree sensibili ai volti durante l'osservazione di analoghi pattern geometrici simmetrici ed asimmetrici. Tra le varie regioni sensibili al volto, solo l'area fusiforme per la faccia (FFA) destra ha mostrato una sensibilità specifica per la simmetria degli stimoli. Questa regione era maggiormente attivata in corrispondenza di quei pattern geometrici che presentavano un maggior numero di elementi interni nella parte superiore della sagoma. Gli autori hanno concluso che queste regolarità geometriche potrebbero essere utilizzate dalla FFA per categorizzare automaticamente le forme visive simmetriche in volti (Caldara e coll., 2006).

La seconda proprietà strutturale, la ‘congruenza’, consiste nella presenza di relazioni congruenti tra la forma e l’orientamento del contorno e la disposizione degli elementi interni (Macchi Cassia e coll., 2008). I volti reali appaiono congruenti in quanto dispongono di un maggior numero di caratteristiche (gli occhi) nella porzione più ampia del viso e un solo elemento (la bocca) nella porzione più stretta del viso (vedi Figura 3, *D*). Studi recenti hanno dimostrato, comparando configurazioni geometriche non-facciali congruenti a configurazioni analoghe, ma incongruenti (ad esempio utilizzando trapezi e triangoli, vedi Figura 3; *E, F*), che i neonati preferiscono i pattern congruenti (Macchi Cassia e coll., 2008). Secondo i principi della Gestalt gli stimoli congruenti sono processati dal sistema visivo, sin dalla nascita, in modo più rapido e agevole poiché rispondono ai criteri di regolarità e semplicità della forma (Palmer, 1991). Secondo gli autori dello studio invece l’elaborazione del volto non sarebbe legata unicamente all’identificazione delle componenti principali del volto *‘featural information’* (quali occhi, naso e bocca) ma dipenderebbe anche dall’analisi gerarchica della posizione degli elementi interni *‘configural information’*. Gli autori hanno concluso che per un corretto riconoscimento del volto sia necessario non solo analizzare i singoli elementi del volto ma anche le relazioni spaziali che incorrono tra tali componenti (Macchi Cassia e coll., 2002; Simion and Leo, 2010; Simion & Di Giorgio, 2015).

Diversamente dalla *featural hypothesis* secondo la quale il processamento dei volti avviene tramite una strategia analitica che si focalizza sui singoli elementi che compongono il viso, l’ipotesi olistica (*holistic hypothesis*) sostiene che le singole strutture facciali siano codificate ed integrate in un unico percetto globale (Sergent, 1984). Studi recenti di *eye-tracking* hanno confermato che durante l’osservazione e la categorizzazione di un volto tendiamo ad adottare una strategia olistica di visione al fine di integrare le informazioni che provengono dai vari elementi dello stimolo facciale (Guo e coll., 2012; Guo & Shaw, 2015). Poiché nella vita quotidiana siamo frequentemente esposti ad espressioni facciali di bassa intensità in cui i *cues*

facciali sono spesso ambigui, per il riconoscimento di un'emozione dobbiamo affidarci ad una strategia olistica che ci permetta di integrare i vari elementi interni di un volto in un'unica configurazione.

Numerose prove a sostegno dell'ipotesi olistica provengono da tre paradigmi sperimentali: l'*inversion effect*, il *part-whole task* ed il *face composite*. Uno studio recente di Yovel e colleghi (2005) ha dimostrato i tre effetti sopra descritti durante un compito di elaborazione dei volti. Gli autori hanno inoltre osservato come tali effetti siano specifici per l'elaborazione delle facce e assenti per gli altri stimoli, dimostrando la selettività dei meccanismi alla base dell'elaborazione facciale (Yovel e coll., 2005). L'*inversion effect*, dimostrato per la prima volta nel 1969 da Yin e colleghi, consiste nel peggioramento della prestazione relativa al riconoscimento dei volti quando le immagini vengono presentate capovolte rispetto a quando vengono mostrate nella posizione naturale. Inoltre, è stato dimostrato che l'*inversion effect* è più evidente per la presentazione del viso globale che per i suoi singoli elementi presentati separatamente (Rhodes, Brake & Atkinson, 1993) Il *part-whole effect*, introdotto da Tanaka e Farah nel 1993, mostra invece che il riconoscimento di una singola struttura facciale (ad esempio il naso) è più accurato quando viene mostrata all'interno del volto, rispetto a quando è mostrata isolata o all'interno di un volto *'jumbled'*, che consiste in una faccia in cui gli elementi tipici del viso vengono posizionati in modo insolito. Anche questo effetto viene utilizzato come prova dell'esistenza di una specializzazione cerebrale per il processamento dei volti poiché non emerge se vengono utilizzati stimoli non facciali, come ad esempio case (Tanaka & Farah, 1993). Infine il *face composite task*, dimostrato per la prima volta da Young e collaboratori (1987), ha dimostrato che gli individui trovavano più difficoltà e sono quindi più lenti, nell'identificazione della metà superiore di una faccia chimerica (ovvero stimoli composti da due metà di facce) quando essa è allineata con un'emifaccia incoerente, mentre trovano meno difficoltà quando essa è associata

ad un'emifaccia coerente. Questo vantaggio si verifica anche nel caso in cui l'emifaccia non sia allineata con l'emifaccia target, purché esse siano coerenti tra loro.

2.2 Le basi neurali: L'elaborazione del volto

La percezione dei volti, una delle abilità più sviluppate nell'uomo, è mediata da un sistema neurale vasto e complesso che è costituito da regioni multiple e bilaterali (Haxby e coll., 2000). Il modello cognitivo di Bruce e Young (1986), che ha influenzato la ricerca degli ultimi trent'anni, ha proposto una distinzione tra i processi che mediano il riconoscimento dell'identità di un individuo e quelli che sono implicati nel riconoscimento delle espressioni e dei movimenti della bocca connessi al linguaggio. Quest'idea è stata confermata da studi comportamentali di Ellis e colleghi (1990) che attraverso una procedura di *priming* di ripetizione hanno riscontrato un miglioramento di performance (effetto di facilitazione) nel compito di riconoscimento dell'identità ma non in quello relativo alle espressioni facciali (Ellis e coll., 1990). Nel 2000, Haxby, Hoffman e Gobbini hanno proposto un nuovo modello, basato su evidenze di *neuroimaging*, secondo cui il processamento del volto sarebbe mediato da un sistema neurale distribuito nel cervello dell'uomo e composto da regioni cerebrali bilaterali (Haxby e coll., 2000).

I primi studi sui meccanismi neurali alla base della percezione del volto sono stati effettuati tramite registrazione di singole unità nella corteccia temporale del macaco, in particolare nel solco temporale superiore (STS) e nella corteccia temporale inferiore (Perrett e coll., 1992; Perrett e coll., 1982; Desimone e coll., 1991). Gli autori hanno registrato alcuni neuroni che rispondevano selettivamente a diversi orientamenti di volti e di sguardi, sia umani che animali, ed erano silenti durante la presentazione di altre categorie di stimoli (es: cibo). Questi neuroni, localizzati nel STS rispondevano anche alla visione di alcune parti del volto e presentavano una scarica di maggiore ampiezza quando il volto era presentato con un orientamento canonico

piuttosto che rovesciato. Studi più recenti di microstimolazione corticale (Afraz e coll., 2006), che hanno indagato il ruolo del lobo temporale nel processamento del volto, hanno ipotizzato la presenza di neuroni sensibili alle facce nell'area inferotemporale (IT). Il compito consisteva nella presentazione di volti a diversi gradi di definizione, da completamente riconoscibile a completamente indistinguibile, ad una scimmia che aveva il compito di discriminare gli stimoli riconosciuti come volti (risposta 'viso') dagli stimoli ambigui (risposta 'non viso'). Durante la presentazione veniva registrata l'area IT e stimolata, solo in alcune prove, con treni di 50 μA a 200 Hz. Dai risultati è emerso che la percentuale di risposte 'viso', assegnate agli stimoli ambigui, era variabile a seconda della prova. Nelle prove in cui IT non era stimolata, la scimmia assegnava la risposta in modo casuale (50% di probabilità di categorizzare come 'viso'), quando invece era applicata la stimolazione, la percentuale di risposte 'viso' si spostava a circa il 70%. Questo studio ha confermato l'interessamento del lobo temporale, nello specifico dell'area IT, nel processamento dei volti.

Presi insieme, questi risultati suggeriscono l'esistenza un sistema neuronale volto-selettivo in aree omologhe del cervello umano, ma la localizzazione di queste regioni non è ovvia (Haxby e coll., 2000). Evidenze relative all'esistenza di un sistema deputato all'elaborazione dei volti nell'uomo provengono da recenti ricerche sperimentali (Allison e coll., 2000; Kanwisher, 2000, 2010). Studi su pazienti con lesioni focali cerebrali, ad esempio, ci suggeriscono l'esistenza di una doppia dissociazione nel riconoscimento visivo di volti, da un lato (Hecaen & Angelergues, 1962), e di oggetti, dall'altro (Kanwisher, 2000). Questa doppia dissociazione è stata dimostrata attraverso lo studio di due casi singoli. Il primo riguarda il caso di un paziente affetto da prosopagnosia, il quale non era in grado di riconoscere le facce pur avendo conservata la capacità di riconoscere gli oggetti (Hecaen & Angelergues, 1962). La sindrome prosopagnosica è associata a lesioni della corteccia occipito-temporale che sono spesso bilaterali, in questi casi spesso il paziente media al riconoscimento degli individui attraverso altre modalità quali ad

esempio la voce (De Gelder e coll., 2010). Il secondo, al contrario, descrive il caso di un paziente, denominato C.K., che presentava un deficit inverso; non era infatti in grado di identificare gli oggetti ma non aveva difficoltà nel riconoscimento dei volti (Kanwisher, 2000).

Studi elettrofisiologici

L'esistenza di un sistema multiplo di regioni, deputate alla percezione del volto, è corroborata da studi elettrofisiologici che hanno registrato i potenziali evento-correlati (ERPs) di pazienti che dovevano sottoporsi ad un intervento chirurgico per il trattamento dell'epilessia (Allison, 1999; McCarthy, 1999). A livello occipito temporale, ad esempio, sono state registrate alcune deflessioni negative volto-selettive che avvenivano tra i 140 ms e i 200 ms (N200) dopo la presentazione dello stimolo facciale. In particolare Bentin e colleghi (1996) hanno registrato, nella porzione temporale posteriore dello scalpo, un'onda negativa volto-selettiva a circa 170ms (N170), che era invece assente per altre categorie di stimoli (es: oggetti). Gli autori hanno ipotizzato che l'onda N170 sia specifica per le facce in quanto era più ampia, più breve e maggiormente lateralizzata a destra durante la presentazione dei volti (Itier & Taylor, 2004; Bentin e coll., 1996). Una caratteristica della N170 è che non risulta essere influenzata dalla familiarità delle facce (Bentin & Deouell, 2000; Eimer 2000) quindi si suppone svolga un ruolo nell'elaborazione implicita dei volti piuttosto che nel riconoscimento. Inoltre essa è influenzata dall'inversione, alcuni studi hanno rilevato un rallentamento in relazione alla presentazione di volti invertiti (Rousselet e coll., 2004).

Attraverso uno studio di magnetoencefalografia (MEG) è stata rilevata la presenza di un'onda elettromagnetica (M170) corrispettiva alla N170 e quindi selettiva per i volti. Quest'onda, analogamente alla controparte si è dimostrata essere sensibile agli aspetti olistici del volto (Liu, e coll., 2002). Studi elettrofisiologici di de Haan e Nelson (1999), condotti su bambini di 6 mesi, hanno osservato che un'onda positiva, la P400, presentava una latenza ridotta solo durante

l'osservazione di volti. Quest'onda, sensibile all'effetto di inversione degli stimoli già a 6 mesi, sembra essere il precursore della N170 nell'adulto (Webb e Nelson 2001; de Haan e coll., 2002).

Studi di neuroimmagine

I progressi degli ultimi trent'anni in ambito della neuroanatomia funzionale hanno consentito ai ricercatori di localizzare, in modo non invasivo, la complessa rete neurale che media al processamento dei volti. Un primo studio di Clark e colleghi (1996) ha dimostrato che la percezione dei volti attiva la regione del giro fusiforme laterale in modo bilaterale, ma più consistentemente a destra. In quest'area, l'attività evocata in risposta ai volti è maggiore rispetto a quella evocata da stimoli *non-sense* di controllo o da oggetti *non-face* (Haxby e coll., 2000). Alcuni autori (Kanwisher e coll., 1897; McCarthy, 1997) hanno proposto che il giro fusiforme sia un modulo specializzato e circoscritto per la percezione dei volti e per questo motivo è stata definita 'area fusiforme della faccia' (*fusiform face area*, FFA).

Studi successivi (Haxby e coll., 2000) hanno proposto un modello di *face perception* più ampio, basato su evidenze di *neuroimaging* che hanno dimostrato l'interessamento di ampio network corticale costituito diverse strutture dislocate in varie aree cerebrali. Il '*core system'* sarebbe composto da tre regioni bilaterali della corteccia occipito-temporale visiva extrastriata: l'area fusiforme della faccia (FFA) all'interno del giro fusiforme laterale (McCarthy, Puce, Gore, & Allison, 1999), l'area occipitale della faccia (OFA) nel giro occipitale inferiore (Gauthier e coll., 2000) e, infine, una regione collocata nella parte posteriore del solco temporale superiore, denominata fSTS (Allison, Puce, & McCarthy, 2000; Haxby e coll., 2000). Secondo il modello proposto dagli autori, queste aree sarebbero responsabili dell'analisi visiva dei volti e parteciperebbero in modo differenziato e complementare alla percezione del volto. La regione del giro fusiforme laterale sarebbe coinvolta nell'analisi olistica degli aspetti invarianti del volto (riconoscimento dell'identità), mentre il STS sarebbe coinvolto nell'analisi gli aspetti più variabili del volto, come le espressioni facciali, lo sguardo e i movimenti delle labbra (Haxby e

coll., 2000). La posizione anatomica della regione del giro occipitale inferiore suggerisce che l'OFA, area deputata all'analisi delle singole caratteristiche facciali (quali occhi, bocca, naso), invii input sia a FFA che a STS. È interessante notare che la FFA sembra attivarsi unicamente durante la discriminazione dei volti dritti ma non dei volti invertiti (Yovel & Kanwisher, 2005). Studi successivi di Downing e colleghi (2005) hanno confermato la selettività della risposta dell'area FFA alle facce (Downing e coll., 2005). Altri studi (Liu e coll., 2003) hanno dimostrato che la FFA risponde sia alla presenza di parti del viso specifiche che alla classica configurazione del viso in cui gli elementi interni del volto sono disposti a 'T'. La sua attivazione sembra invece ridursi alla presentazione di volti in cui gli elementi interni (occhi, naso, bocca) non seguono la configurazione canonica, resta invece attivata quando questi elementi sono sostituiti da figure geometriche (Liu e coll., 2003). Queste evidenze sono state confermate in uno studio di Kanwisher e coll. (2006) in cui si è visto che la FFA, oltre a rispondere agli elementi tipici del viso (occhi, naso, bocca), è sensibile alle relazioni spaziali che incorrono tra di loro (Kanwisher, 2006).

Differentemente dalla teoria modulare di Fodor (1983), che sostiene l'esistenza di moduli dominio specifici cerebrali deputati ognuno all'elaborazione di una classe ristretta di input, tra le ipotesi più recenti vi è quella di Sporns e Betzel (2015) per cui esiste un complesso network di aree che sono connesse tra loro, i cui neuroni lavorano in modo sincrono per integrare le varie funzioni che intervengono nell'analisi visiva di stimoli di diversa natura (Sporns e Betzel, 2015).

2.2.1 L'elaborazione dello sguardo

La direzione dello sguardo e la posizione della testa di un individuo ci forniscono informazioni importanti relative alla sua intenzionalità d'azione. Sappiamo che gli scimpanzé seguono spontaneamente la direzione degli occhi (Tomasello e coll., 1998) e che i macachi orientano la loro attenzione nella direzione osservata da un altro individuo. Hietanen e coll. (1999) hanno

dimostrato che la percezione di uno sguardo che è incongruente con la posizione della testa è in grado di determinare un *shift* attentivo maggiore rispetto ad uno sguardo congruente con la posizione della testa, anche se rivolta a terra (Xaxby e coll., 2000). Inoltre, lo *shift* attentivo elicitato dalla percezione di uno sguardo non dipende dalla semplice detezione della posizione degli occhi, bensì da un segnale integrato tra posizione della testa e quella degli occhi (Langton e coll., 2000). Studi di Harries e Perrett (1991) hanno riscontrato l'esistenza di connessioni reciproche tra le popolazioni della porzione superiore del STS e quelle del solco intraparietale, che sarebbero in grado di trasferire le informazioni relative alla posizione della testa e degli occhi ai sistemi neurali parietali responsabili dell'attenzione spaziale. Nelle scimmie, la corteccia parietale svolge un ruolo primario nell'attenzione spaziale (Ungerleider & Mishkin, 1982; Haxby e coll., 2000). Nell'uomo, studi di neuroimmagine hanno mostrato che il solco intraparietale partecipa alla percezione spaziale, alla memoria spaziale e agli spostamenti impliciti dell'attenzione (Haxby e coll., 1994; Haxby e coll., 2000). In uno studio del 2000, Hoffman e Haxby hanno dimostrato che il solco intraparietale è maggiormente attivato quando un soggetto presta attenzione allo sguardo di un volto piuttosto che alla sua identità (Hoffman & Haxby, 2000; Haxby e coll., 2000). Gli autori hanno ipotizzato che quest'attività rifletta il reclutamento di un sistema di attenzione spaziale che media i cambiamenti attentivi impliciti. Per testare l'ipotesi gli autori hanno condotto un esperimento in cui hanno esaminato se la percezione di uno sguardo deviato elicitasse una risposta superiore del solco intraparietale rispetto ad uno sguardo diretto. Come ipotizzato, la percezione di uno sguardo deviato rispetto all'osservatore elicitava un rilesso di spostamento dell'attenzione (Haxby e coll., 2000).

Gli autori hanno concluso che la visione passiva di volti che hanno lo sguardo distolto, confrontata alla visione passiva di volti in cui lo sguardo è diretto, scatena un'attivazione maggiore del solco intraparietale. Questo suggerisce che solco intraparietale sia coinvolto negli aspetti spaziali della percezione dello sguardo altrui e abbia un ruolo anche nel dirigere

l’attenzione dell’osservatore (Haxby e coll., 2000). Studi successivi di Puce e coll. (1998) hanno confermato che l’attività del solco intraparietale sia specifica nella percezione dell’orientamento degli occhi (Puce e coll., 1998). La recente scoperta nel solco intraparietale del macaco di neuroni *mirror* per la direzione dello sguardo (Shepherd e coll., 2009), suggerisce che il ruolo di questa regione nella detezione dello sguardo altrui non sia limitato ad aspetti attenzionali, ma che dipenda anche da meccanismi di simulazione sostenuti da neuroni mirror per i movimenti oculari.

Capitolo III: L'*eye-tracking* nello studio della cognizione

Nel terzo capitolo saranno descritti i principi, le tecniche e i metodi su cui si fonda la tecnologia *eye-tracking*. Verranno inoltre presentate le principali ricerche che hanno adottato il tracciamento oculare per l'indagine dei processi cognitivi ed attentivi, espliciti e impliciti, coinvolti nelle molteplici esperienze umane. Saranno discusse alcune tematiche di studio attinenti agli scopi dell'indagine del presente lavoro e saranno riportate le recenti evidenze sperimentali, relative alle caratteristiche dell'esplorazione oculare, che sono implicate nella percezione del dolore altrui e nell'esperienza estetica. Un paragrafo sarà, inoltre, dedicato alla presentazione di alcuni studi che hanno dimostrato la presenza di un *left bias* percettivo ed attentivo, definito *left visual field* (LVF) *bias* nell'elaborazione dei volti (Gilbert e Bakan; 1973); questo fenomeno potrebbe essere connesso alla lateralizzazione emisferica destra che interviene sia nell'espressione delle emozioni che nell'analisi di un volto (Geffen e coll., 1971; Rizzolatti e coll., 1971; Hsiao e Cottrell, 2008; Marzoli e coll., 2014). La presenza di un *left bias* è stata osservata anche nell'ambito delle arti visive, nei ritratti infatti, nella maggior parte dei casi l'artista sceglie di mostrare la guancia sinistra del soggetto raffigurato (Mc Manus & Humphrey, 1973). Questo sembra essere coerente all'idea per cui l'emifaccia sinistra, in quanto è connessa controlateralmente all'emisfero destro, mostra un'espressività emotiva più accentuata (Nicholls e coll., 1999; Schirillo e Fox, 2006).

3.1 L'*Eye-tracking*: una tecnologia per lo studio dei movimenti oculari

L'*eye-tracking*, letteralmente 'tracciamento oculare' è in un insieme di metodologie e tecniche che consentono di tracciare i movimenti oculari di un individuo nel momento in cui guarda uno

stimolo visivo. L'*eye-tracking*, attraverso il rilevamento e l'elaborazione dello sguardo, è utile per studiare come gli individui percepiscono le espressioni facciali esibite da un volto.

L'interesse per l'elaborazione di tecnologie che consentono la registrazione dei movimenti oculari nasce nella seconda metà del XIX secolo in coda alle scoperte dell'oftalmologo Louis Emile Javal (1990) che fu il primo a rilevare la presenza di un'alternanza tra i movimenti saccadici e le fissazioni oculari brevi durante la lettura di un testo. Mentre le prime tecniche *eye-tracking* utilizzavano una metodologia invasiva che richiedeva il contatto diretto tra lo strumento di misurazione e la cornea dell'individuo (Huey, 1968), negli ultimi tempi le metodologie sono avanzate in direzione di una minor intrusività e maggiore accuratezza grazie all'accoppiamento di registrazioni video-oculografiche (VOG), che registrano la posizione dell'occhio nell'orbita e dei suoi movimenti tramite camera, e riflessioni a infrarossi. La riflessione a infrarossi consiste nell'illuminazione degli occhi attraverso fasci infrarossi (IR) o vicini all'infrarosso (NIR) per delineare il contorno della pupilla e per ottenere un riflesso corneale (*Corneal Reflex*, CR), che viene captato da una telecamera ad alta risoluzione. Questi riflessi vengono successivamente elaborati da un software specifico che traccia posizione dello sguardo rispetto ad un determinato punto (un oggetto o lo schermo). Attraverso il riflesso corneale è infatti possibile calcolare la distanza tra il punto di riflessione della luce IR o NIR e il centro della pupilla. Inoltre, poiché la lunghezza d'onda dei fasci infrarossi, di circa 780-800 nanometri, è invisibile all'occhio umano, la pupilla non subisce una contrazione e può essere rilevata dalla telecamera digitale senza distorsioni.

I primi dispositivi commerciali sono comparsi intorno agli anni '90, negli ultimi venticinque anni la tecnologia *eye-tracking* ha proposto metodologie sempre più avanzate e meno invasive per il rilevamento e l'analisi statistica dei movimenti oculari. In questa ultima fase, definita da Duchowski (2002) la quarta era dell'*eye-tracking*, si sono concentrate la maggior parte delle

ricerche e delle pubblicazioni sia in ambito della psicologia sperimentale che in quello delle scienze informatiche.

In questa quarta era, la ricerca sull' *eye-tracking* si è concentrata sullo studio di algoritmi sempre più efficienti, in particolare l'indagine si è focalizzata sull'analisi dell'*eye-detection,* intesa come localizzazione dell'occhio, e del *gaze-tracking* che si riferisce invece alla registrazione della traiettoria dello sguardo (Hansen & Ji, 2010). L'obiettivo degli studi sull'*eye-detection* è quello di limitare quanto possibile l'influenza di variabili intervenienti quali il grado di apertura delle palpebre, la variabilità di dimensione dell'occhio e il colore dell'iride. Gli studi sul *gaze-tracking* si concentrano, invece, sull'implementazione di modelli che individuano i movimenti saccadici (movimenti oculari veloci e simultanei) e le fissazioni (periodo della durata minima di 100 ms in cui l'occhio non esegue alcun movimento) al fine di analizzare la relazione che incorre tra lo stimolo osservato e la direzione e la durata dello sguardo (Hansen & Ji 2010). Secondo la teoria di Geoffrey Loftus e Norman Mackworth (1978), la durata delle fissazioni oculari corrisponde ad un'implicita difficoltà ad elaborare le informazioni a livello cognitivo, analogamente Goldberg e Kotval (1999) hanno rilevato che la durata delle fissazioni correla positivamente con l'attività cognitiva impiegata in un processo di interpretazione dell'informazione osservata.

Nell'ambito della psicologia sperimentale l'utilizzo dei dispositivi *eye-tracking* ha l'obiettivo di analizzare i vari pattern oculomotori utilizzati dai soggetti per l'esplorazione visiva di diverse tipologie di stimolo. Dai dati relativi al numero e alla durata delle fissazioni, e dal comportamento oculare complessivo, si possono fare successive inferenze su ciò che attira maggiormente l'attenzione dell'individuo e dei processi cognitivi che sono implicati (Morimoto e coll., 2005). Le aree dello stimolo su cui il soggetto pone maggiormente lo sguardo e da cui trae la maggior parte delle informazioni salienti vengono definite *Areas Of Interest* (AOIs). L'analisi delle AOI è fondamentale per ottenere un'elaborazione dei dati più precisa ed accurata.

3.1.1 Cenni di anatomia oculare implicata nell' *eye-tracking*

Tra le strutture dell'occhio che sono interessate dal tracciamento oculare registrato dall' *eye-tracking* citiamo il bulbo oculare, la pupilla, l'iride e la sclera. Perché si realizzi il fenomeno della visione è necessario che la luce attraversi una serie di strutture oculari prima di incontrare la retina. La pupilla, collocata al centro dell'iride, regola l'ingresso della quantità di luce nell'occhio per mezzo di riflessi di espansione e contrazione. La sclera, invece, è la prima membrana fibrosa dell'occhio che viene attraversata dalla luce in ingresso. Essa riveste esternamente il bulbo oculare, una sfera di circa 22-23 mm di diametro, e prosegue nella cornea, una membrana anch'essa fibrosa ma trasparente in quanto priva di vasi sanguigni. Mentre la parte posteriore della cornea è a contatto con l'umore acqueo, la parte anteriore è a contatto diretto con l'esterno e quindi con l'aria, per questo motivo è responsabile della lacrimazione per lubrificare ed eliminare le sostanze che potrebbero causare danni all'occhio. Posizionata tra la sclera e la retina c'è l'iride, un'area caratteristica per la sua pigmentazione e protetta dalla cornea. Dietro l'iride troviamo invece il cristallino, una lente biconvessa che consente l'accomodazione, ovvero la messa a fuoco degli oggetti posti a diverse distanze sulle cellule fotosensibili della retina. Infine troviamo la retina, la struttura situata nella parte più posteriore dell'occhio, che possiede cellule sensibili alle radiazioni luminose, i fotorecettori, che si suddividono in coni (responsabili della visione diurna) e bastoncelli (responsabili della visione notturna). Al centro della retina è situata la fovea, una regione deputata alla percezione del dettaglio nell'analisi visiva data l'alta concentrazione di coni, cellule sensibili ai colori; alla periferia della retina troviamo invece una maggior concentrazioni di bastoncelli, cellule insensibili ai colori e responsabile della visione scotopica (bianco e nero).

3.2 La lateralizzazione emisferica: l'elaborazione del volto

A partire dagli anni '70 del secolo scorso un cospicuo numero di ricerche, (Geffen e coll., 1971; Rizzolatti e coll., 1971; Dutta & Mandal, 2002; Hugdahl e coll., 1993); hanno evidenziato l'esistenza di una lateralizzazione emisferica destra per il processamento e l'identificazione dei volti (Geffen e coll., 1971; Rizzolatti e coll., 1971); quest'asimmetria è stata osservata, inoltre, nelle specie non umane (Rogers e coll., 2013). Tra gli apporti delle neuroimmagini citiamo alcuni studi che hanno registrato un'attivazione bilaterale a favore dell'emisfero destro rispetto al sinistro (Gauthier e coll., 1999; Ishai e coll., 2000; Grill-Spector e coll., 2004; Golarai e coll., 2007) ed altre evidenze che hanno rilevato invece un'attivazione unilaterale destra in contrasto con una porzione sinistra completamente silente (Campanella e coll., 2001; Morris e coll., 2007; Rotshtein e coll., 2007) (Dahl, 2013). Ulteriori conferme provengono da studi condotti su pazienti colpiti da lesioni cerebrali laterali che mostravano un deficit nel processamento volto-selettivo (Levy e coll., 1972; Sergent and Signoret, 1992; Bouvier and Engel, 2006) (Dahl, 2013).

3.2.1 Il left visual field (LFV) *bias*

Nonostante il volto dell'essere umano sia uno stimolo che segue, lungo l'asse orizzontale, criteri di tipo simmetrico, l'uomo utilizza spesso modalità asimmetriche di processamento facciale. In particolare, è stata riscontrata la tendenza ad osservare maggiormente la parte del volto posta a sinistra quando si è intenti a riconoscerlo.

Gilbert e Bakan (1973) hanno ipotizzato che questa predisposizione ad affidarsi alla parte posta a sinistra di un volto piuttosto che su quella posta a destra, definita *left visual field (LVF) bias*, sia collegata alla lateralizzazione emisferica destra che interviene dell'analisi di un volto, in quanto ciascun emisfero è connesso con la parte controlaterale del corpo (Hsiao e Cottrell, 2008; Marzoli e coll., 2014). Questa polarizzazione a sinistra (LVF) durante la percezione di un volto

è stato dimostrata sia nell'adulto che nel bambino (Gilbert e Bakan, 1973; Yovel e coll., 2008). L'ipotesi è stata supportata da recenti studi di *neuroimaging*, i quali hanno trovato una correlazione positiva tra l'attivazione della regione volto-selettiva nell'emisfero destro e l'ampiezza del *bias* percettivo LVF (Butler e coll., 2005; Yovel e coll., 2008), fornendo ulteriori prove circa il ruolo predominante dell'emisfero destro nel processamento di volti (Butler e coll., 2005; Yovel e coll., 2008). Secondo altri autori invece, è controverso se sia la specializzazione emisferica a destra a creare la polarizzazione a sinistra o viceversa (Dundas e coll., 2012). Secondo altri ancora, infine, il *left bias* percettivo sinistro non dipenderebbe solo da un vantaggio emisferico destro, bensì sarebbe il risultato dell'interazione tra la specializzazione cerebrale e un *bias*, evolutivamente e filogeneticamente consolidato, del processo di scansione visiva; quest'ultimo potrebbe essere stato rinforzato dall'influenza che la direzione di lettura tipica di ciascuna lingua opera sul dirottamento dell'attenzione (Vaid e Singh, 1989; Chokron, 2002).

Divrsi studi che hanno utilizzato le facce chimeriche, volti in cui la metà destra e quella sinistra sono differenti, hanno confermato l'esistenza di un *bias* percettivo LVF (Aljuhanay e coll., 2010; Burt & Perrett, 1997; Butler & Harvey, 2008; Butler e coll., 2005; Chiang e coll., 2000; Coolican e coll., 2008; Dahl e coll.,2013; Gilbert & Bakan, 1973; Levine & Koch-Weser, 1982; Levine e coll., 1984, 1988; Levy e coll., 1983; Levy e coll., 1972; Luh e coll., 1994; Yovel e coll., 2008). Gli individui tendono a giudicare l'emozionalità (David, 1993), il genere (Luh, 1991; Parente & Tommasi, 2008; Butler e coll., 2005), l'età e la bellezza (Burt & Perrett, 1997) basandosi principalmente sulle informazioni visive che provengono dall'emifaccia posta a sinistra (Xiao, 2014).

Studi del 2003 (Failla e coll., 2003) hanno evidenziato che il *bias* percettivo indotto da volti chimerici è presente nel bambino già a partire dai 5 anni di età ma sembra ridursi oltre i 60 anni di età. Interessante è stata la dimostrazione di Grega e collaboratori (1988) secondo cui la polarizzazione sinistra che emerge nella percezione dei volti è così forte da essere elicitata anche

quando lo stimolo facciale viene quasi completamente nascosto. Questo risultato presuppone che il soggetto sia in grado di ricostruire internamente l'immagine completa a partire da un esiguo numero di informazioni (Grega e coll., 1988).

Recentemente diverse ricerche hanno utilizzato la tecnologa *eye-tracking* per analizzare la relazione che intercorre tra il *bias* percettivo sinistro ed i movimenti oculari implicati nel processamento dei volti. Molti di questi studi hanno dimostrato la presenza di pattern di esplorazione visiva prevalentemente diretti verso sinistra durante compiti di elaborazione facciale (Xiao e coll., 2014; Dundas e coll., 2012; Guo e coll., 2012; Hsiao & Cottrell, 2008, 2009; Butler e coll., 2005; Butler & Harvey, 2006; Schyns e coll., 2002). Mertens e colleghi (1993) ad esempio, sottoponendo i partecipanti ad un task di memoria visiva, hanno dimostrato che durante il processamento dei volti i soggetti fissavano maggiormente la porzione del volto che era posta a sinistra rispetto a quella posta a destra, quest'effetto svaniva però durante la presentazione di altri stimoli (es: vasi). Butler e collaboratori (2005), hanno osservato un *left bias* percettivo durante l'attribuzione di genere di alcune facce chimeriche (metà maschio, metà femmina), per cui la decisione del sesso dello stimolo era basata molto più frequentemente sulla pozione della faccia posta a sinistra. I dati relativi alla durata delle fissazioni hanno evidenziato, inoltre, che nella porzione del volto posta sinistra le fissazioni esibivano una durata maggiore. In linea con i risultati di Phillips e David (1997) e di Gallois e colleghi (1989) le prime fissazioni sono state effettuate sull'emifaccia a sinistra nella maggior parte dei trials. Un dato rilevante è stata la presenza di prime fissazioni, circa i tre quarti, effettuate sulla sinistra del campo visivo anche in quei soggetti che basavano la loro decisione di genere sull'emifaccia posta a destra, essi guardavano comunque per prima l'emifaccia di sinistra nel 71% dei casi. Gli autori hanno interpretato la forte tendenza a generare un'iniziale saccade verso sinistra come prova dell'esistenza una lateralizzazione emisferica destra nel *face processing* (Butler, 2005). Basandosi sui risultati, Butler e collaboratori (2005) hanno concluso che il *bias* attenzionale

LVF, analogamente al *bias* percettivo LVF, sia determinato dalla lateralizzazione emisferica destra che emerge nel *face processing.* L'attivazione di un complesso network cerebrale nella porzione destra degli emisferi potrebbe essere trasmessa ai campi visivi frontali (*frontal eye field*, FEF, BA45 e BA8), localizzati nell'emisfero destro, attraverso una serie di connessioni reciproche esistenti tra i due (Bullier e coll., 1996; Schall e coll., 1995). L'area FEF è la regione neurale che è principalmente coinvolta nel controllo dei movimenti oculari che sono diretti nel campo visivo controlaterale; la sua attivazione destra potrebbe essere quindi responsabile dei movimenti oculari che sono eseguiti verso sinistra e del LVF *bias* (Robinson, 1968; Xiao e coll., 2014).

Hsiao e Cottrell (2008), registrando i movimenti oculari di un gruppo di soggetti impegnati in un compito di riconoscimento facciale, hanno rilevato che la maggior parte delle prime fissazioni erano polarizzate a sinistra rispetto al centro del volto. In una prima fase dello studio venivano presentate delle immagini di volti per 3 secondi; nella seconda fase, invece, venivano riproposte le stesse immagini unite ad altri volti nuovi. Il compito dei soggetti consisteva nell'indicare ogni volta se il volto fosse già stato visto o meno. In alcune prove gli sperimentatori ponevano restrizioni relative al numero di fissazioni che i soggetti potevano compiere (una, due o tre), in altri casi l'esplorazione visiva era libera. I risultati hanno evidenziato che in caso di esplorazione libera i soggetti compivano in media 3.28 fissazioni mentre quando l'osservazione era ristretta a due fissazione ne venivano effettuate in media 1.8. Tuttavia gli autori hanno evidenziato come il numero di fissazioni non influisse sulla prestazione del soggetto e hanno ipotizzato che per il riconoscimento di un volto siano sufficienti due fissazioni. Il dato più interessante è stato registrare la localizzazione delle fissazioni, la prima fissazione era polarizzata sull'emifaccia del viso posta a sinistra mentre la seconda al centro, in corrispondenza del naso (Hsiao e coll., 2008).

Altri studi si sono concentrati sulla specificità del pattern di elaborazione oculomotoria che interviene nel *bias* percettivo LVF. Studi di Leonards and Scott-Samuel (2005) che hanno

condotto le analisi sulla prima fissazione in un compito di osservazione di volti, hanno riportato che le saccadi iniziali erano quasi sempre effettuate sull'emifaccia posta a sinistra. Nessun *bias* percettivo a sinistra è stato riscontrato invece quando le facce venivano invertite o quando venivano mostrati paesaggi o pattern geometrici (Leonards and Scott-Samuel, 2005). In linea con questi studi alcuni autori hanno confermato l'esistenza di un *bias* LVF dimostrando che le fissazioni dirette sull'emifaccia posta a sinistra erano di durata maggiore rispetto a quelle effettuate sull'emifaccia posta a destra (Guo e coll., 2009). Studi che hanno confrontato le modalità di processamento del volto tra soggetti a Sviluppo Tipico (TD) e soggetti con Disturbo dello Spettro Autistico (ASD) hanno osservato l'assenza in quest'ultimi di un *bias* attentivo LVF (Dundas and Best, 2012), i soggetti ASD eseguivano fissazioni molto più brevi sulla porzione di volto posta a sinistra rispetto ai soggetti TD. Ashwin e colleghi in una ricerca del 2005 hanno correlato la difficoltà nel processamento dei volti dei soggetti ASD ad una carente lateralizzazione emisferica destra (Xiao e coll., 2014; Ashwin e coll., 2005).

3.2.2 Il *left-bias* nell'arte

Una certa tipologia di *left bias*, sebbene differente, sembra emergere anche in ambito artistico. I ritratti raffigurano spesso volti di profilo esprimendo la chiara preferenza degli artisti a dipingere il lato sinistro del volto (McManus, 2005; Bruno e coll., 2016). Uno studio che ha esaminato 1.474 ritratti dell'Europa occidentale ha riscontrato che la maggior parte di essi, circa il 64%, esponeva la guancia sinistra mentre solo il 33% presentava il lato destro del viso. In particolare, questo *bias* verso il lato sinistro era molto più evidente per i ritratti femminili rispetto a quelli maschili (Mc Manus & Humphrey, 1973). Nel 2012 Blackburn e Schirillo hanno utilizzato 20 ritratti realistici (10 uomini e 10 donne) di profilo (destra-sinistra) per indagare l'esistenza di una preferenza estetica lato-dipendente. Nello studio è stata accoppiata una misurazione esplicita del grado di piacevolezza degli stimoli ad una misurazione implicita del diametro pupillare. Gli

autori hanno riscontrato una forte preferenza per i ritratti che esponevano l'emifaccia sinistra di entrambi i sessi, sia in termini di piacevolezza che in termini di dilatazione pupillare; questa preferenza era indipendente dall'orientamento dell'immagine (originale o *mirror-reversed*). Inoltre è stata riscontrata una correlazione positiva tra il diametro pupillare e i punteggi relativi al giudizio estetico, a punteggi maggiori corrispondeva una maggiore dilatazione pupillare; questi risultati sono in accordo con la tesi di E. Hess (1965) secondo cui la pupilla si dilata per stimoli piacevoli e si restringe per stimoli sgradevoli. Dalle evidenze si supporta l'ipotesi secondo cui sia l'emifaccia sinistra ad esibire un'emozionalità più intensa (Blackburn & Schirillo 2012); un vasto numero di ricerche ha dimostrato, infatti, che il lato sinistro del volto è maggiormente attivo rispetto al destro nell'espressione dell'emozione (Borod e coll., 1997).

Una conferma della lateralizzazione emisferica destra delle emozioni in quest'ambito proviene anche da studi eseguiti sugli autoritratti degli artisti, quest'ultimi, infatti, mostrano più frequentemente la guancia destra dell'artista piuttosto che quella sinistra (Humphrey e coll., 1973; Latto e coll., 1996). Questo *right-bias* può essere osservato nel 55-65% degli autoritratti non frontali che sono stati realizzati tra il quindicesimo e il diciannovesimo secolo (Bruno e coll., 2012; 2015; Lindell e coll., 2012). Sebbene la causa del *bias* sia controversa (Powell e coll., 2009; Bruno e coll., 2015), sembra chiaro che lo specchio sia parte della spiegazione (Bruno e coll., 2015). Gli artisti spesso eseguono il ritratto del proprio volto copiando l'immagine che viene riflessa dallo specchio, che è capovolta; in questo modo presentando la porzione sinistra del volto poiché è più espressiva ne copierebbero il riflesso, dipingendo quindi il proprio volto rovesciato, con la porzione destra maggiormente esposta (Bruno e coll., 2015; 2016).

In uno studio recente (2014), Schirillo e colleghi hanno misurato la dilatazione pupillare in un gruppo di soggetti che aveva il compito di osservare ed attribuire un giudizio estetico di piacevolezza ad alcuni ritratti di Rembrandt, uno dei più grandi pittori olandesi del '600. In accordo con studi precedenti (Schirillo e Fox, 2006), i ritratti femminili che esibivano il lato

sinistro del volto venivano giudicati come esteticamente più piacevoli rispetto a quelli che esibivano il lato destro. Questo dato suggerisce una differenza inter-generis per cui per le donne è più importante esprimere qualità emotive tramite il volto rispetto agli uomini (Nicholls e coll., 1999) ed è in accordo con il modello della lateralizzazione cerebrale destra per le emozioni. La sovra rappresentazione della guancia sinistra nei ritratti di Rembrandt è determinata dall'intenzione dell'autore di mostrare il lato sinistro dei volti, in particolare nelle donne, poiché è controllato dall'emisfero cerebrale destro, responsabile delle emozioni (Nicholls e coll., 1999; Schirillo e Fox, 2006). Infatti, i ritratti degli uomini della Royal Society non presentano questo *left bias* suggerendo la motivazione dell'artista a nascondere la loro emotività, considerata il lato debole dell'individuo (Nicholls e coll., 1999).

In conclusione, una spiegazione concorde al *left bias* suggerisce che l'artista abbia scelto di raffigurare il lato del volto che esibisce un'espressione emotiva più intensa e lo stesso avviene quando l'autore deve dipingere il proprio ritratto, scegliendo di presentare allo specchio la guancia sinistra. I risultati presi complessivamente dimostrano che quando un individuo processa un volto per valutarne l'emotività (David, 1993), il genere (Luh, 1991; Parente & Tommasi, 2008; Butler e coll., 2005), l'età o l'estetica (Burt & Perrett, 1997) egli tende a basarsi principalmente sulle informazioni che provengono dalla porzione sinistra del volto (Xiao e coll., 2014) e tende ad eseguire, inoltre, fissazioni più lunghe (Butler e coll., 2005) e più numerose sull'emifaccia posta a sinistra. Questo dato è stato interpretato alla luce della specializzazione cerebrale degli emisferi per cui sarebbe l'emisfero destro il responsabile del processamento del volto e dell'emozione che esprime. L'asimmetria emisferica si rifletterebbe inoltre in un'espressività più accentuata a sinistra il che potrebbe spiegare la tendenza degli artisti a ritrarre più frequentemente il lato sinistro di un volto.

Mettendo a confronto questi risultati, sembra emergere un'incongruenza. Se il *left bias* attentivo fa guardare di più la parte del volto che appare a sinistra, questa è la metà destra del volto che

l'osservatore ha di fronte. La parte più espressiva del volto è invece la metà sinistra, quella controllata dall'emisfero di dx, che appare a destra quando si guarda un volto. Sembrerebbe, quindi, che gli individui siano naturalmente attratti dalla metà meno espressiva del volto altrui. E' possibile che la predominanza dell'attenzione rivolta al lato destro del volto altrui venga utilizzata per analizzare prima e meglio la metà del volto che risulta meno emotivamente espressiva e, quindi, più difficile da interpretare.

3.3 L'analisi delle espressioni emotive

Dal momento che le espressioni del volto veicolano informazioni importanti nella comunicazione interpersonale di emozioni ed intenti (Proverbio e coll., 2014; Gu e coll., 2013; Vassallo, 2009), molti studi hanno indagato come queste vengano percepite ed analizzate (Aviezer e coll., 2008), utilizzando le tecnologie di analisi dei movimenti oculari. Le strategie adottate nell'analisi del viso e delle sue espressioni sono in grado di fornire spiegazioni relative ai processi cognitivi e percettivi impliciti che sono coinvolti nel processamento facciale.

La tecnica di registrazione dei movimenti oculari consente di valutare la distribuzione spaziale e la durata delle fissazioni. La distribuzione spaziale delle fissazioni è un indice di quali le aree dello stimolo sono state interessate dallo sguardo dell'osservatore e sono le regioni maggiormente informative. Diversamente, la durata delle fissazioni costituisce un indice relativo della quantità di informazione concentrata nell'area osservata e del tempo necessario ad elaborare tale contenuto. In altri termini, un incremento del numero e della durata delle fissazioni oculari sembra indicativo della salienza dell'informazione mediata dall'interfaccia visiva. Inoltre, attraverso l'analisi della sequenza delle fissazioni è possibile risalire alla successione temporale che è stata impiegata dal Sistema Nervoso Centrale per l'elaborazione visiva. La salienza del contenuto informativo può essere dedotta anche attraverso la misurazione del diametro pupillare, un indice autonomico dello stato affettivo della persona che dipende dall'

attivazione del Sistema Nervoso Autonomo. La letteratura sulla presenza o meno di una costrizione pupillare durante la fruizione di stimoli negativi è controversa, Hess e Polt (1960) furono i primi a dimostrare la presenza di un'associazione tra la variazione del diametro pupillare e la valenza emotiva di uno stimolo: la visione di stimoli a contenuto spiacevole era associata ad una costrizione pupillare, mentre si verificava l'effetto opposto per gli stimoli piacevoli. Al contrario, secondo studi recenti (Powell e Schirillo, 2011) la correlazione osservata tra il diametro pupillare, l'attivazione simpatica (*arousal* emozionale) e le variazioni di conduttanza cutanea, sembra essere indipendente dalla valenza positiva/negativa dello stimolo. Secondo gli autori la variazione pupillare sarebbe invece legata all'intensità dell'emozione espressa (Blackburn, 2012). Harrison e coll (2006) hanno, invece, mostrato che il diametro pupillare viene influenzato sia dall'intensità che dalla valenza negativa delle espressioni di tristezza (Harrison e coll., 2007). Recentemente, Babiker e colleghi (2013), utilizzando stimoli a contenuto visivo, uditivo e audio-visivo di diversa valenza emotiva, hanno misurato un incremento del diametro pupillare solo in corrispondenza della presentazione di stimoli a contenuto negativo (Babiker e coll., 2013). Altri studi (Harrison e coll., 2006) hanno dimostrato che l'interazione tra il diametro pupillare e l'espressione facciale è in grado di indurre un 'contagio emotivo' corrispondente nella risposta pupillare dell'osservatore.

Attraverso la strumentazione *eye-tracker* è possibile focalizzare l'analisi dei dati su porzioni ristrette dello stimolo, in questo caso del volto, definite AOI (*Areas of Interest*). Quando osserviamo uno stimolo facciale, la nostra attenzione si concentra per la maggior parte delle fissazioni sugli occhi, sul naso e sulla bocca; circa il 70% delle fissazioni sono concentrate sugli occhi (Sullivan e coll., 2007; Walker-Smith e coll., 1977). Per questo motivo, occhi, naso e bocca sono le AOI che vengono scelte più frequentemente per l'analisi dei movimenti oculari durante il *face processing*. Ulteriori conferme all'importanza degli occhi nella trasmissione e comunicazione delle emozioni provengono alcuni studi che sono stati eseguiti su soggetti con

Disturbo dello Spettro Autistico (ASD). La difficolta dei soggetti ASD nel riconoscimento emozionale potrebbe dipendere dalla tendenza ad evitare il contatto oculare nelle interazioni (Sullivan e coll., 2007; Klin e coll., 2002); essi, infatti, fanno affidamento sulle informazioni veicolate dalla bocca (Yi e coll., 2014), piuttosto che su quelle espresse dagli occhi (Baron-Cohen, 1997). Anche le persone con fobia sociale tendono a non fissare la regione degli occhi, in particolare di un viso arrabbiato (Sullivan e coll., 2007; Horley e coll., 2004). Gli occhi, nello specifico, sembrano veicolare la maggior parte delle informazioni necessarie per riconoscere la tristezza. In uno studio del 2010, Clark e collaboratori hanno osservato che le difficoltà nel riconoscimento emozionale delle espressioni di tristezza tipica dei pazienti affetti da Parkinson era associata a fissazioni più brevi e meno numerose dirette nella porzione superiore del volto (Clark e coll., 2010).

Un filone di ricerca recente ha esaminato i pattern di esplorazione visiva che intervengono nell' osservazione di espressioni facciali di diversa natura emozionale. In uno studio *eye-tracking* del 2011, Eisenbarth e Alpers hanno presentato ad un gruppo di 36 partecipanti alcuni volti che esprimevano un'emozione (felicità, paura, rabbia e tristezza) ed altri emotivamente neutri. Mentre gli sperimentatori registravano i movimenti oculari, i partecipanti avevano il compito di valutare la valenza e il grado di intensità (arousal) di ciascuna espressione emotiva. I risultati hanno confermato l'importanza rivestita dagli occhi per la comprensione dell'espressione emotiva. Inoltre sono emerse differenze nei pattern di esplorazione visiva a seconda dell'emozione presentata: la regione della bocca veniva osservata maggiormente nelle espressioni di felicità mentre gli occhi erano guardati di più nelle espressioni a valenza negativa (rabbia e tristezza) (Sullivan 2007, Guo e coll., 2012).

Un altro campo di studi si è concentrato sull'analisi delle differenze che possono essere riscontrate nei compiti di riconoscimento emozionale e nei comportamenti oculomotori di soggetti giovani e anziani (MacPherson e coll., 2006). Diverse ricerche hanno riscontrato

differenze età-correlate nel modo in cui gli anziani interpretano le espressioni emotive (Sullivan e coll., 2007). Sullivan nel 2007 ha condotto due esperimenti per dimostrare come con l'aumentare dell'età si incorra in un declino nella capacità di riconoscere le emozioni espresse dal volto, concludendo che questa difficoltà possa esser riscontrata in un differente pattern oculomotorio nell'osservazione degli occhi. Poiché le emozioni per cui gli anziani riscontrano più difficoltà nel riconoscerle (es: rabbia, paura e tristezza) sono quelle che vengono dedotte dalle informazioni espresse negli occhi (Calder e coll., 2000), gli autori hanno ipotizzato che la preferenza nell'osservazione degli occhi, rispetto alle altre componenti del viso (Walker-Smith e coll., 1977), potrebbe non essere più presente in età avanzata. Al contrario, poiché le emozioni che sono riconosciute senza difficoltà dagli anziani (disgusto e felicità), vengono principalmente identificate attraverso le informazioni contenute nella bocca, gli autori hanno dedotto che l'informazione contenuta nella parte inferiore del volto sia equamente saliente in giovani e anziani. Dai risultati del primo esperimento è emerso che i soggetti più giovani avevano prestazioni migliori, rispetto ai più anziani, nel riconoscere un'emozione quando era veicolata dagli occhi o da un viso intero, ma non quando dovevano basare la decisione sulla bocca. I risultati del secondo esperimento, in cui sono stati registrati i movimenti oculari, hanno rilevato che i soggetti anziani fissano la regione degli occhi per un tempo inferiore rispetto ai soggetti più giovani. Gli autori hanno ipotizzato che la maggior accuratezza presentata dagli anziani nell'etichettare le emozioni a valenza negativa sia correlata al minor tempo che viene speso ad osservare gli occhi dei volti presentati. Una spiegazione al dato ci viene fornita dalle evidenze neuroanatomiche che hanno indagato i cambiamenti cerebrali che avvengono nel corso dell'età: sembra che con l'avanzare dell'età si verifichi un calo di funzionalità, in termini di riduzione di volume e di attivazione, dell'amigdala che è la struttura specializzata nell'elaborazione e nella regolazione dell'emotività espressa dal volto (Sullivan e coll., 2007) ed appare coinvolta nell'organizzazione dei movimenti oculari diretti agli occhi.

Altre evidenze che hanno confermato il ruolo degli occhi nella categorizzazione delle espressioni emotive provengono da uno studio *eye-tracking* di Ugo e coll. (2012) in cui venivano presentate immagini in bianco-nero di volti digitalizzati, in posizione frontale, che esprimevano un'emozione (felicità, rabbia, tristezza, paura, disgusto). Tramite il *software Morpheus Photo Morpher* sono state create cinque sfumature di intensità per ogni espressione emotiva partendo dalla stessa immagine. Durante la registrazione dei movimenti oculari i soggetti avevano il compito di osservare gli stimoli ed etichettare l'espressione veicolata dal viso. Dai risultati è emerso che gli occhi venivano interessati dalla percentuale di fissazioni maggiore, seguiti da naso e bocca. Inoltre è stato rilevato che le espressioni venivano categorizzate più rapidamente e accuratamente (Guo e coll., 2012). L'attribuzione emotiva di un'espressione facciale sembra essere influenzata anche dalla posizione da cui è osservata. L'osservazione di volti di profilo, ad esempio, determina una percezione falsata dell'espressione facciale, infatti, le emozioni espresse da volti che vengono mostrati di profilo sono valutate come meno intense rispetto alle stesse emozioni osservate su volti presentati in posizione frontale (Guo & Shaw, 2015).

3.4 L'analisi dell'attenzione al dolore

Nel contesto del dolore, la possibilità di esibire un'espressione facciale coerente all'esperienza interna, ci permette di segnalare e condividere all'esterno la dimensione privata dell'esperienza del dolore; questo avviene richiamando l'attenzione altrui ed elicitando negli altri sentimenti di empatia e comportamenti di tipo altruistico (Botvinick e coll., 2005; Williams e coll., 2002).

In letteratura esistono pochi studi che hanno indagato i processi attenzionali che sono implicati nell'osservazione del dolore altrui (Khatibi e coll., 2009; Mohammadi e coll., 2009; Vervoort e coll., 2011; Vervoort, 2012). Alla luce degli aspetti interpersonali che caratterizzano l'esperienza dolorosa, diverse ricerche hanno indagato in che modo variabili di tipo bottom-up (es: l'intensità dell'espressione osservata) e top-down (il livello di catastrofizzazione e sensibilità dolorosa di

chi osserva) influenzino le dinamiche attenzionali che intervengono durante l'osservazione di espressioni di dolore. Recenti evidenze sperimentali, avvalendosi del *dot-probe paradigm* e del *viual search paradigm*, hanno descritto le implicite inclinazioni che portano l'individuo a rilevare stimoli collegati al dolore ed ignorarne altri emotivamente neutri, queste inclinazioni corrispondono ad un *bias* attentivo. Nel *dot-probe paradigm* due stimoli lateralizzati, uno emotivamente saliente e l'altro neutro, appaiono rapidamente su uno schermo e la loro scomparsa è seguita dalla comparsa di un *probe* (una figura geometrica) nella posizione prima occupata da uno dei due stimoli. Ai partecipanti è richiesto di rispondere il più velocemente possibile alla comparsa del *probe*. Questo paradigma, attraverso la misurazione dei tempi di reazione (TR), ci fornisce un'informazione spaziale dell'attenzione del soggetto; le risposte più rapide corrispondono a quel particolare distretto spaziale su cui era già stata precedentemente ingaggiata l'attenzione. Il *visual search paradigm* consiste invece nella presentazione di configurazioni di stimoli, il soggetto in questo caso ha il compito di individuare, il più rapidamente possibile, la presenza di uno stimolo target all'interno di tali pattern visivi. Attraverso questo paradigma è possibile rilevare l'esistenza di un orientamento attentivo automatico preferenziale. Entrambi i paradigmi sono sensibili all'emergere di un *bias* attentivo poiché pongono l'attenzione del soggetto in una condizione di competizione tra stimoli.

Studi recenti che hanno utilizzato *dot-probe paradigm* hanno dimostrato che pazienti affetti da dolore cronico (Khatibi e coll., 2009; Mohammadi e coll., 2012; Fashler & Katz, 2014) e il loro caregivers (Mohammadi e coll., 2012) presentavano un *bias* attenzionale nei confronti di volti che esprimono dolore o di stimoli associati al dolore (Schotch e coll., 2012; Crombez e coll., 2013). Analogamente, uno studio di Vervoort e colleghi (2011, 2012), eseguito su genitori di bambini con dolore cronico che si è avvalso del *dot-probe paradigm* ed il *visual search paradigm*, ha evidenziato un *bias* attenzionale maggiore verso espressioni dolorose posate da bambini in quei genitori con forte tendenza alla catastrofizzazione rispetto alla controparte a

bassa tendenza alla catastrofizzazione. (Vervoort e coll.; 2013). Nel 2013, Baum e collaboratori hanno utilizzato il paradigma *dot probe* per analizzare le componenti di *engagement-disengagement* dell'attenzione in soggetti sani che avevano il compito di osservare volti sofferenti. Attraverso la somministrazione del questionario FPQ III (Fear Pain Questionnaire III) è stato possibile distinguere i soggetti 'ad elevata paura del dolore' da quelli 'a bassa paura del dolore'. I ricercatori hanno evidenziato la presenza di un *bias* attenzionale per i soggetti 'ad alta paura del dolore', essi ingaggiavano l'attenzione sul volto a quando lo stimolo era presentato per un tempo breve (100 ms) mentre disancoravano l'attenzione se veniva presentato per un tempo maggiore (500 ms) (Baum e coll., 2013). Questi risultati sono stati interpretati alla luce della '*vigilance avoidance hypothesis'* (VAH), un'ipotesi che si è sviluppata per spiegare le reazioni fobiche nei confronti dello stimolo temuto, in cui un precoce ingaggio attentivo sullo stimolo è seguito da un evitamento fobico dello stesso. Questo pattern attentivo, con un precoce ingaggio ed un successivo disancoraggio, potrebbe essere specifico per gli stimoli a valenza negativa, comprese le espressioni di dolore veicolate dal volto (Priebe e coll., 2015).

Un vantaggio della metodologia *dot-probe* è rappresentato dalla possibilità di manipolare l'intervallo temporale che incorre tra l'*onset* degli stimoli e la presentazione del probe (definito *stimulus onset asynchrony*, SOA). Questa manipolazione permette di distinguere se il vantaggio nei TR alla comparsa del probe sia dovuto ad un rapido ancoraggio dell'attenzione sullo stimolo target o sia invece determinato da una difficoltà nel disingaggiare l'attenzione da questo. Questa distinzione è fondamentale, la letteratura clinica recente riporta che individui che tendono a catastrofizzare maggiormente il dolore (Van Damme e coll.; 2008, 2004) o che riportano livelli di dolore esperito più elevati (Eccleston e coll., 1997; Liossi e coll., 2009) hanno difficoltà nel *disengagement* attentivo, nei confronti del dolore, piuttosto che di precoce engagement iniziale (Liossi e coll., 2009; Sharpe e coll., 2009; Van Damme et al, 2004). Tuttavia il *dot-probe paradigm* non permette il tracciamento continuativo dell'attenzione, per questo motivo sono

state utilizzate le tecnologie *eye-tracking* (Yang e coll., 2012; Vervoort e coll., 2013; Liossi e coll., 2014; Fashler & Katz, 2014) che forniscono un metodo ecologico e funzionale per analizzare in modo diretto i processi attenzionali (Findlay e coll., 2003; Weierich e coll., 2008; Yang e coll., 2012).

3.4.1 Studi *eye-tracking*

Un gruppo di ricercatori cinesi, combinando le metodologie *eye-tracking* al paradigma *dot-probe*, ha recentemente trovato un pattern di fissazioni caratterizzato da un ancoraggio attentivo iniziale e successivo disancoraggio nei confronti di parole *pain-related* in soggetti 'ad alta paura del dolore' (Yang e coll., 2012). Analogamente, altri studi *eye-tracking* che hanno utilizzato come stimoli volti che esprimono dolore, hanno confermato la presenza di un *bias* attentivo iniziale seguito da un evitamento nei confronti dello volto sofferente sia in soggetti sani (Vervoort e coll., 2013) che in soggetti affetti da dolore cronico (Liossi e coll., 2014) (Priebe e coll., 2015).

In particolare, lo studio di Vervoort e colleghi (2013) ha utilizzato la tecnologia *eye-tracking* per indagare l'impatto che variabili di tipo bottom-up (ad esempio l'intensità dell'espressione emotiva osservata) e di tipo top-down (ad esempio la tendenza alla catastrofizzazione del dolore e la sensibilità dolorosa dell'osservatore) hanno sui processi attentivi che intervengono durante l'osservazione di espressioni facciali neutre '*neutral'* o di dolore '*pain'* a diversi livelli di intensità (basso, moderato, alto). La strumentazione utilizzata ha consentito ai ricercatori di distinguere quando l'attenzione era esplicitata in termini di orientamento iniziale (*engagement*) e/o quando era intesa in termini di mantenimento dell'attenzione (difficoltà nel *disengagement*). Mentre *l'engagement* precoce veniva misurato attraverso il tempo di latenza (ms) e il tempo di durata (ms) della prima fissazione, il mantenimento è stato misurato attraverso il tempo di durata del *gaze* (*gaze duration*). I risultati hanno evidenziato che i soggetti con bassa tendenza alla

catastrofizzazione dirigevano l'attenzione più rapidamente verso i volti *pain* rispetto ai *neutral* (latenza della prima fissazione), inoltre la prima fissazione era tanto più rapida quanto più intensa era l'espressione di dolore. Questo orientamento preferenziale verso volti sofferenti rispetto ai volti emotivamente neutri è stata supportata da alcune evidenze per cui l'attenzione viene preferenzialmente ingaggiata su stimoli a valenza minacciosa o pericolosa per l'individuo (Bannerman e coll., 2009; Eccleston e coll., 1999, Vervoort e coll., 2011). Inaspettatamente questa preferenza non è stata rilevata per i soggetti ad alta catastrofizzazione, essi ingaggiavano l'attenzione sulle immagini *pain* in ritardo rispetto alla controparte; inoltre fissavano per più tempo tutti i volti, sia *pain* che *neutral*, rispetto ai soggetti con ridotta tendenza alla catastrofizzazione. Gli autori hanno proposto che i pattern attenzionali dei soggetti ad alta tendenza alla catastrofizzazione e ad elevata sensibilità al dolore potrebbero riflettere un *bias* implicito nell'interpretazione dei volti ad emotività neutra come altrettanto comunicativi di una condizione di pericolo (Duckworth e coll., 2002; Tran e coll., 2011). Presentando insieme espressioni dolorose e emotivamente neutre, quest'ultime potrebbero essere interpretate come contenenti informazioni di carattere doloroso e sarebbero quindi elaborate come tali dagli individui inclini ad interpretazioni negative di stimoli in realtà innocui (Carrol e coll., 2011, Liossi e coll., 2012). In questo modo i soggetti inclini alla catastrofizzazione potrebbero esperire un'espressione emotiva dolorosa in un volto neutro (Vervoort e coll., 2013).

Priebe e collaboratori (2015) hanno recentemente indagato, tramite *eye-tracking*, i pattern attenzionali di soggetti sani che intervengono nell'osservazione di volti che esprimono sia dolore che altre emozioni. Gli autori hanno tentato di testare la *vigilance-attention hypothesis* (VAH) nel dominio del dolore ed hanno perciò suddiviso il tempo totale di presentazione dello stimolo in 4 fasi: 0-500 ms, 500-100 ms, 1000-1500 ms e 1500-2000. La durata delle fissazioni corrisponderebbe, nelle prime due fasi (0-1000 ms), all'*engagement* dell'attenzione (*vigilance*); nella terza e quarta fase invece (1000-2000 ms) al *disengagement* attentivo (*avoidance*).

L'andamento attenzionale dei soggetti ha mostrato un netto incremento nella preferenza per i volti di dolore nella seconda fase (500-1000 ms), tuttavia è stato osservato un profondo declino nella preferenza di questi volti nelle ultime due fasi (1000-2000 ms). Questo crollo era specifico per il dolore mentre il livello attenzionale per i volti di rabbia e gioia rimaneva stabile fino alla fine della presentazione. Dall'analisi sulle prime fissazioni è emersa una tendenza dei soggetti ad evitare i volti di dolore, la prima fissazione veniva quasi sempre diretta sui volti neutri (Priebe e coll., 2015). Alcuni autori hanno ipotizzato che questo evitamento attenzionale potrebbe rispecchiare una strategia adattativa di regolazione emotiva, necessaria per prevenire inutili sensazioni negative e dannose per il benessere dell'individuo (Asmundson e coll., 1997; Khatibi e coll., 2009).

3.5 L'analisi dell'esperienza estetica

A partire dal ventunesimo secolo, i progressi nelle metodologie e nelle strumentazioni nell'ambito della ricerca hanno condotto ad un miglioramento delle condizioni sperimentali tale da permettere ai ricercatori di studiare il fenomeno dell'esperienza estetica da un punto di vista empirico (Gallese e Di Dio 2012; Leder e coll., 2014). L'avanzamento tecnologico ha consentito ai ricercatori di manipolare le immagini artistiche attraverso dispositivi informatici ad alta qualità in modo da poterle presentare all'interno di un setting controllato monitorandone la durata di visualizzazione. Inoltre, è divenuto possibile analizzare il comportamento, la fisiologia e i movimenti oculari dell'individuo simultaneamente.

Il progresso nell'ambito delle neuroimmagini ha fornito un potente strumento di visualizzazione cerebrale per mezzo del quale sono state esplorate le basi neurali che sottostanno all'apprezzamento estetico sia dell'arte tradizionale e moderna che delle configurazioni astratte (Cela-Conde e coll., 2004; Chatterjee, 2003; Jacobsen e coll., 2006; Kawabata & Zeki, 2004; Vartanian & Goel, 2004). Il rigore e la versatilità dei disegni sperimentali sono stati migliorati,

inoltre, grazie all'avanzamento delle nuove tecniche di registrazione *eye-tracking* che hanno indagato il ruolo della percezione nel dominio dell'estetica (Leder e coll., 2016; Locher & Nodine, 1887).

Nel campo della sperimentazione in estetica, per decenni, lo studio dei pattern oculomotori è stato utilizzato come strumento per la valutazione qualitativa delle opere artistiche. Studi recenti hanno dimostrato che a 2 secondi dalla comparsa di uno stimolo pittorico gli osservatori sono in grado di fornire una descrizione olistica delle sue caratteristiche visive (Savazzi e coll., 2014; Locher e coll., 2007). Poiché l'attenzione sembra concentrarsi su aree specifiche e circoscritte dell'immagine, piuttosto che in modo caotico; è stato proposto che gli elementi più informativi di un'immagine siano quelli interessati da fissazioni più lunghe e più numerose (Handerson e coll., 1999; Massaro e coll., 2012) e che i movimenti oculari siano un indice della relazione che intercorre tra ciò che è osservato e la sua valenza per l'osservatore (Rizzolatti e coll., 1987; Massaro e coll., 2012).

Sono state individuate due modalità entro cui l'esperienza estetica può essere inquadrata: una prospettiva di tipo analitico ed una prospettiva di tipo pragmatico (Shusterman, 2000). Secondo la prospettiva analitica la fruizione estetica emerge nel momento in cui l'osservatore attribuisce un valore all'opera. Nell'approccio pragmatico, invece, la componente centrale dell'esperienza risiede nell'interazione dinamica o 'risonanza in interazione' che si crea tra il fruitore e l'autore dell'opera (Freedberg e Gallese 2007; Locher e coll., 2010). Secondo quest'ultima prospettiva, l'uomo è attivamente coinvolto nell'esperienza estetica, sia nella sua dimensione intellettuale che in quella corporea, per troppo tempo trascurata. Nella cornice teorica dell'*Embodied Simulation*, l'esperienza artistica vissuta dal fruitore non è confinata nel suo apprezzamento, bensì fonda le sue basi nella Simulazione Incarnata delle emozioni, delle sensazioni e delle azioni evocate dall'oggetto artistico. Il giudizio estetico rappresenta l'aspetto più cognitivo della relazione che viene stabilita tra il fruitore e l'opera d'arte che risponde alla domanda 'Quanto è bella?' (Gallese e Di Dio, 2012; Massaro e coll., 2012; Di Dio e coll., 2009).

Diverse teorie estetiche hanno proposto, infatti, che gli stati emozionali di base quali ad esempio la piacevolezza o il dolore siano connessi al concetto di 'bello' (Xenakis e coll., 2012; Cupchik, 1995; Ginsborg, 2003; Guyer, 2003, 2008; Iseminger, 2003; Kant, 1914; Matravers, 2003; Matravers & Levinson, 2005). Secondo altri autori, le sensazioni di piacevolezza e dolore che emergono nell'esperienza, compresa quella estetica, sono associate alle nostre preferenze e possono spiegare cosa ci piace e cosa invece non apprezziamo (Ortony, 1991; Zangwill, 1998). Frijida ha definito la sensazione come esperienza edonica che riflette un'esperienza di piacevolezza o di dolore (Xenakis e coll., 2012; Berridge & Winkielman, 2003). In accordo, Xenakis e coll. (2012) sostengono che il sistema emotivo di base fornisce all'individuo una forma primitiva di giudizio estetico che influenza le rappresentazioni mentali in termini di piacevolezza o di dolore. Secondo quest'ultimo approccio il giudizio estetico sembra essere fortemente connesso allo stato emozionale, positivo o negativo, del fruitore.

Il dibattito che ha interessato negli ultimi anni la definizione dei processi che emergono nell'esperienza estetica è alquanto controverso. In parte queste problematiche derivano dalla diversa importanza che è stata attribuita ai processi di tipo top-down e bottom-up che mediano la fruizione artistica. Nello specifico, i processi bottom-up sono generalmente indotti dalle caratteristiche visive di più basso livello dello stimolo che giocano un ruolo cruciale nel guidare il comportamento oculomotorio durante l'esperienza estetica (Savazzi e coll., 2014; Graham e coll., 2010). Al contrario, i processi top-down, come il contesto e il background socio-culturale dell'individuo, sono solitamente considerati gli elementi dell'immagine che sono in grado di elicitare l'interesse dell'osservatore (Savazzi e coll., 2014; Handerson e coll., 1999). Differenti correnti teoriche hanno enfatizzato l'uno o l'altro processo nella costruzione dell'esperienza estetica. Tuttavia è più probabile che l'esperienza estetica emerga dall'interazione di entrambi i processi (Massaro e coll., 2012; Savazzi e coll., 2014; Leder et al, 2014).

Poiché l'esperienza estetica inizia da un'analisi visiva dell'artefatto artistico, l'interazione a più livelli tra i processi top-down e quelli bottom-up è stata studiata attraverso l'esplorazione dei movimenti oculari (Massaro e coll., 2012; Locher e coll., 2006). Lo studio dei processi bottom-up che sono coinvolti nell'esperienza estetica, si è principalmente concentrato sull'analisi delle caratteristiche strutturali dell'opera d'arte che permettono di dirigere l'attenzione sugli elementi chiave che la compongono (Massaro e coll., 2012; Hekkert e coll., 2008). In particolare l'esperienza estetica sembra essere influenzata da fattori quali il colore, il contrasto, l'equilibrio, la simmetria e il dinamismo di un'immagine (Zellner e coll., 2010). Ramachandran (1999) ha individuato gli otto principi che, secondo l'autore, sottostanno all'esperienza estetica, tra questi sono centrali la simmetria e il contrasto; quest'ultimo sarebbe rinforzato dal momento in cui le regioni che rispondono al contrasto sono le stesse che sono implicate nell'orientamento dell'attenzione (Ramachandran & Hirstein, 1999). Evidenze recenti di Le Meur e coll. (2010), ottenute dall'analisi dei movimenti oculari, hanno rilevato che il colore, gli angoli, le linee, i bordi e il contrasto di luminanza, sarebbero fattori che contribuiscono a fornire salienza all'immagine (Massaro e coll., 2012; Le Meur e coll., 2010). Anche il dinamismo sembra essere una componente che conferisce salienza all'opera in quanto potrebbe essere percepito dall'analisi di altre caratteristiche quali, ad esempio, l'orientamento, la curvatura e la convergenza delle linee (Massaro e coll., 2012; Gori e coll., 2008). I processi top-down, dall'altro lato, includono tutti gli aspetti relativi al background sociale e culturale dell'individuo, il suo livello di familiarità e di interesse all'opera d'arte, le sue peculiarità ed infine, la motivazione che lo spinge ad osservare quell'immagine, ad esempio il compito (task) sperimentale richiesto. Questi aspetti, nell'insieme, sembrano influenzare il comportamento esplorativo oculare dell'osservatore (Massaro e coll., 2012). Studi di Shinoda e coll. (2001), ad esempio, hanno osservato che le fissazioni oculari sono dirette su quelle zone della scena visiva che sono rilevanti per il task richiesto ai partecipanti, e che la loro distribuzione dipende dall'obiettivo del compito (Rothkopf e coll., 2007; Johansson e coll., 2001; Land e coll., 2004). Studi successivi di Rothkopf, Ballard

e Hayoe (2007) hanno confermato che le richieste contenute nel task sperimentale possono essere considerate un valido predittore top-down del comportamento oculomotorio. Quando i soggetti sonno immersi in un'ambiente virtuale, la direzione del loro sguardo dipende dal contesto e dalle richieste del compito (Massaro e coll., 2012; Rothkopf e coll., 2007). Già nel 1981, Molnar e colleghi, avevano osservato che i partecipanti eseguivano fissazioni più lunghe quando il compito richiedeva un'analisi estetica dei dipinti, rispetto a quando dovevano fornire un giudizio di contenuto. Studi successivi (Locher e coll., 1993) hanno dimostrato che osservare un'opera d'arte per giudicarne la piacevolezza, o per giudicarne la complessità strutturale, variava il pattern esplorativo oculare. Due anni dopo, Zangemeister e coll. (1995), hanno rilevato che il comportamento oculomotorio implicato nell'osservazione delle stesse opere d'arte, sia artistiche che astratte, variava in funzione delle richieste degli sperimentatori (Massaro e coll., 2012).

Tuttavia, ci sono state anche evidenze che non hanno riscontrato gli stessi risultati (Heidenreich & Turano, 2011, Wallraven e coll., 2009); in uno studio *eye-tracking* del 2009, Wallraven e coll. hanno chiesto a 20 partecipanti di giudicare la complessità strutturale e l'estetica di 275 opere d'arte di diverse correnti artistiche. L'analisi dei movimenti oculari non ha rivelato differenze significative nei due task, per entrambi i giudizi i partecipanti hanno utilizzato una strategia di analisi visiva globale dell'immagine immagine, sebbene la distribuzione spaziale delle fissazioni fosse più ampia per il task estetico (Wallraven e coll., 2009). Questi risultati suggeriscono che i processi top-down, almeno per quando riguarda il task sperimentale, non rivestono un ruolo necessariamente decisivo sul comportamento esplorativo oculare (Wallraven e coll., 2009; Massaro e coll., 2012).

In ultimo, anche il contenuto di un'opera può essere considerato un fattore top-down che influenza il comportamento oculare. Gli aspetti semantici di una rappresentazione artistica possono incidere sul grado di piacevolezza che le viene attribuita. Ad esempio, tendiamo a preferire un ritratto o la rappresentazione di una figura umana rispetto a raffigurazioni astratte

(Graham e coll., 2010). Una spiegazione è stata proposta dalla teoria *embodied* della percezione, che è partita dalla riformulazione del concetto di visione assegnandole vari livelli di descrizione (Gallese e Di Dio 2012; Massaro e coll., 2012). Secondo la teoria, quando percepiamo gli oggetti del mondo non attiviamo solo il cervello visivo. La visione è un processo multimodale che include l'attivazione di aree sensori-motorie, viscero motorie e dei circuiti connessi alle emozioni.

3.5.1 La conclusione dell'Embodied Simulation

La scoperta dei neuroni *mirror* (Gallese e coll., 1996; Rizzolatti e coll., 1996) e dei numerosi meccanismi di rispecchiamento che avvengono nel cervello, ha dimostrato che le stesse strutture neurali che si attivano nell'esperienza soggettiva delle emozioni, delle sensazioni e del dolore, sono attive anche quando osserviamo altri individui esprimere le stesse emozioni e sensazioni. L' *Embodied Simulation* interverrebbe anche quando le azioni, le emozioni e le sensazioni sono rappresentate in un'immagine statica, come nel caso di un'opera d'arte. Freedberg e Gallese (2007) hanno suggerito che la Simulazione Incarnata, unita ai meccanismi di rispecchiamento, potrebbe spiegare l'emergere dell'empatia nell'esperienza estetica (Freedberg e Gallese, 2007; Gallese e Di Dio 2012).

In un recente studio *eye-tracking*, Massaro e coll. (2012) hanno indagato il ruolo dei processi bottom-up (colore e dinamismo) e top-down (tipologia di compito e contenuto) nell'osservazione di opere pittoriche che potevano raffigurare un paesaggio naturalistico o una figura umana. Il comportamento esplorativo degli occhi è stato registrato mentre i partecipanti attribuivano un giudizio estetico o un giudizio di movimento alle immagini (Massaro e coll., 2012). I risultati comportamentali ottenuti nel task estetico hanno rivelato che le immagini dinamiche erano preferite rispetto a quelle statiche; allo stesso modo, le immagini colorate erano preferite rispetto a quelle in bianco e nero. Inoltre, la valutazione estetica delle immagini naturalistiche dinamiche

crollava significativamente quando non erano presenti informazioni sul colore. Questo dato ha suggerito che il colore potrebbe potenziare l'effetto estetico delle immagini aumentandone la complessità (Zelner e coll., 2010; Wallraven e coll., 2009). Questo effetto non è stato osservato per gli stimoli in cui era rappresentata una figura umana. Infatti, la preferenza per le immagini dinamiche umane non era influenzata dall'informazione sul colore, suggerendo che la valutazione estetica di immagini di figure umane potrebbe essere guidata da fattori di contenuto. Nelle raffigurazioni umane, il giudizio di movimento potrebbe dipendere dall'attrazione per quegli elementi che sono coinvolti nei processi di simulazione corporea, cioè, in quei meccanismi multipli di rispecchiamento sensori-motorio indotti dall'osservazione di corpi umani (Massaro e coll., 2012; Freedberg & Gallese, 2007). Questa interpretazione basata sul concetto di Simulazione Incarnata (Gallese 2003a, 2005) è stata supportata anche dai dati delle registrazioni oculari. I risultati hanno confermato che l'attrazione per le figure umane era indipendente dalla componente dinamica dell'immagine. La mancanza di influenza esercitata dal dinamismo nell'osservazione di figure umane potrebbe dipendere dal fatto che i corpi umani implichino, di per sé, un dinamismo intrinseco e naturale ed evochino una risonanza motoria nell'osservatore. Inoltre, mentre nelle immagini statiche venivano eseguite più fissazioni sull'area del volto, specialmente quando veniva dato un giudizio estetico, in quelle dinamiche l'attenzione era equamente distribuita nelle varie parti corporee. Nel primo caso, il pattern esplorativo potrebbe essere guidato dall'*Embodied Simulation* delle emozioni e delle sensazioni, nel secondo caso sarebbe invece influenzato dalla simulazione delle azioni (Fig. 4). L'attrazione per il volto è particolarmente rilevante perché è in grado di suggerirci informazioni cruciali per la relazione con l'altro, tra cui, il suo stato emozionale. E' interessante notare come l'attrazione per il volto non sia limitata nel contesto sociale reale bensì emerga anche quando il volto è ritratto in un'opera d'arte (Massaro e coll., 2012).

Figura 4. Mappa di visualizzazione del comportamento oculare utilizzato per l'esplorazione di immagini di figure umane. Sulla sinistra è presentata l'immagine dinamica, sulla destra quella statica; si noti che la distribuzione dell'attenzione è più diffusa nell'immagine dinamica mentre è concentrata sul volto nell'immagine statica.

In conclusione, la relazione tra i processi bottom-up e top-down potrebbe dipendere dal contenuto dell'opera d'arte. Quando la rappresentazione include una figura umana, i processi top-down legati al contenuto prevarrebbero sui processi bottom-up nel guidare il pattern esplorativo dell'osservatore. Alla luce dell'*Embodied Simulation*, l'esperienza estetica che emerge nella relazione tra il fruitore e l'opera, non può essere solo spiegata alla luce del background socio-educativo dell'osservatore, ma è necessario anche considerare l'espressione della corporeità, o, più nello specifico, i segnali a feed-back che vengono inviati dai circuiti sensori-motori alle aree corticali visive e oculomotorie. In questi termini, l'osservazione di un volto sarebbe in grado di elicitare la simulazione di emozioni e sensazioni, così come la visione

di un corpo attiverebbe la simulazione delle sue azioni. La Simulazione Incarnata permette al fruitore di identificarsi con le emozioni e con i movimenti espressi dal corpo osservato, in una modalità pre-razionale di 'dare senso alle azioni, emozioni e sensazioni' (p. 198) (Massaro e coll., 2012; Freedberg e Gallese; 2007).

Gli studi qui dettagliatamente descritti mettono in luce alcuni punti salienti per la presente dissertazione. Innanzitutto si dimostra la presenza di meccanismi di *Embodied Simulation* nell'uomo in risposta a stimoli di carattere emotivo, nello specifico in risposta ad espressioni facciali del dolore. I meccanismi *embodied* che intervengono nell'esperienza estetica eliciterebbero nell'osservatore analoghi stati emotivi influenzando il giudizio estetico dell'individuo. Rivolgendosi al concetto "ancestrale" di empatia come *Einfühlung* coniato in ambito estetico, la prospettiva teorica avanzata da Freedberg e Gallese (2007) mette in risalto la rilevanza di tale meccanismo anche in risposta ad opere d'arte. I meccanismi incarnati che consentono di stabilire una risonanza motoria ed emotiva con l'opera d'arte e con chi quell'opera l'ha prodotta sono alla base della costituzione di una nuova forma di empatia. Nonostante l'odierna formulazione teorica non veda ancora la formalizzazione completa di processi di carattere *embodied* nei modelli riguardo l'esperienza estetica, sono numerose le evidenze e le assunzioni teoriche che ne sostengono la rilevanza (Chatterjee e coll., 2014; Leder, 2016).

Dal punto di vista empirico, meccanismi di risonanza con immagini di natura artistica sono stati dimostrati solo nel dominio dell'azione (Umiltà et al, 2012; Sbriscia-Fioretti e coll., 2013; Battaglia e coll., 2011) e la loro diretta rilevanza per le formulazioni estetiche solamente in un caso (Leder e coll., 2012). I meccanismi *embodied* che intervengono sull'apprezzamento estetico dell'opera d'arte inducono nell'osservatore l'attivazione degli stessi movimenti che sono stati utilizzati dall'artista per la realizzazione dell'opera, incrementando la piacevolezza che viene percepita dalla fruizione estetica.

Rimane ad oggi inesplorata, tuttavia, la loro rilevanza per contenuti emotivi presenti nell'opera. A questo riguardo le espressioni di dolore e la tecnica di eye-tracker rappresentano un potente strumento che ci permette di focalizzare l'indagine sui meccanismi di percezione che intervengono nell'esplorazione di immagini a contenuto emotivo; questa tecnologia ci consente di registrare il movimento oculare e di analizzare i pattern di esplorazione visiva valutando se siano influenzati dalla natura emotiva delle immagini proposte. Le strategie adottate nell'analisi del viso e delle sue espressioni, infatti, possono fornirci molteplici spiegazioni relative a quali processi cognitivi e percettivi siano coinvolti nel processamento facciale di volti che esprimono dolore.

Capitolo IV: Uno studio comportamentale e eye-tracker

4.1 Materiali e metodi

4.1.1 Partecipanti

Nove partecipanti (7 maschi e 2 femmine) di età compresa tra i 23 e i 34 anni (media 25.5, SD 3.67) hanno preso parte all'esperimento. I partecipanti sono stati reclutati tra gli studenti iscritti all'Università degli studi di Parma i quali hanno aderito volontariamente previo sottoscrizione di un consenso informato scritto. La presenza di malattie cardio-respiratorie, malattie neurologiche (TC e/o epilessie) e l'eventuale assunzione di sostanze o farmaci parasimpatolitici e simpaticomimetici hanno costituito criteri di esclusione all'esperimento. Il campione di nove soggetti che verrà descritto è il campione conclusivo, ottenuto in seguito all'eliminazione di 4 partecipanti a causa dell'inaccuratezza dei dati registrati, incompleti o nulli, a causa dell'ammiccamento spontaneo delle palpebre. Il livello di scolarità artistica (n° di partecipazioni a corsi di Storia dell'Arte, Teoria e Arte Applicata) e di esperienza estetica valutata sia in termini di esposizione (familiarità a musei, gallerie d'arte e n° di ore dedicate all'osservazione di prodotti artistici) che in termini di produzione di arte visiva dei partecipanti sono stati misurati attraverso l' 'Art and Experience Questionnaire' (Chatterjee e coll., 2010) (scala likert 0-5 per la familiarità a musei-gallerie d'arte, scala likert 0-6 per scolarità, esposizione e produzione). Tutti i partecipanti risultavano naïf per i livelli di scolarità ed esperienza artistica.

A tutti i partecipanti è stata somministrata la versione italiana del questionario sulla preferenza laterale Edinburgh Inventory Questionnaire (EIQ, Oldfield, 1971) al fine di valutare la

dominanza manuale ed una valutazione della dominanza oculare. Tutti i partecipanti avevano una vista normale o corretta con l'uso di occhiali o lenti a contatto.

Per un'estesa descrizione del campione sperimentale vedere *Tabella 1 (a, b).*

ID	nascita	sesso	età	deficit visivi	correzione	Dominan-za oculare	EIQ	CPI	AIQ
1	17/05/90	F	25	miopia	lenti	sn	0.68	0	2
2	06/08/91	F	24	miopia	occhiali	sn	0.21	0	2
3	29/11/90	M	25	ipermetrope	occhiali	dx	0.89	0	0
4	13/09/91	M	24	No	no	dx	0.5	0	0
5	10/06/92	F	23	miopia	occhiali	sn	0.65	0	3
6	06/10/86	F	29	miopia	occhiali	sn	0.89	6	5
7	05/07/92	F	23	miopia	occhiali	dx	0.55	0	5
8	10/02/93	F	23	miopia	lenti	sn	-0.39	0	2
9	11/06/81	F	34	miopia	no	dx	1	0	7

ID	PCS	IRI-EC	IRI-PD	IRI-PT	IRI-FS	TAS-TOT	TAS-S1	TAS-S2	TAS-S3
1	20	22	15	17	16	54	13	20	21
2	23	19	3	19	9	40	11	15	14
3	18	18	4	20	10	48	12	13	23
4	25	28	11	28	4	38	11	18	9
5	23	25	11	18	21	38	11	14	13
6	15	20	16	19	16	63	18	27	18
7	15	25	12	18	15	45	17	13	15
8	5	23	10	16	14	41	8	16	17
9	17	23	15	18	20	43	8	17	18

Tabella 1a. Tabella descrittiva del campione in cui sono riportate le informazioni demografiche dei partecipanti (data di nascita, il sesso e l'età), la dominanza oculare, gli eventuali deficit visivi e la correzione adottata per ogni partecipante. Sono indicati, inoltre, i punteggi ottenuti all'Edinburgh

Inventory Questionnaire (EQI) (Oldfield, 1971) sulla dominanza manuale, al Current Pain Intensity (cPI) e all'Average Pain Intensity (aPI) che stimano il dolore provato dal partecipante al momento dell'esperimento, il primo, e il dolore esperito nell'ultimo mese, il secondo.

Nella seconda parte sono presentati i punteggi ottenuti al Pain Catastrophizing Scale (PCS) (Sullivan e coll., 1995) che misura la tendenza all'esagerazione del dolore, l'Interpersonal Reactivity Index (IRI) (Davis, 1980) suddiviso in 4 sottoscale (IRI-EC, IR-IPD, IRI-PT, IRI-FS) relativo alla responsività emozionle e la Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) (Bagby e coll., 1994) suddivisa in 3 sottoscale (TAS-S1, TAS-S2, TAS-S3) più il totale (TAS-TOT) che valuta, invece, la consapevolezza emozionale dei partecipanti.

ID	Applicata (n° corsi)	Storia (n° corsi)	Teoria (n° corsi)	Frequenza museo	frequenza galleria	Produzione (n° ore)	Lettura (n° ore)	Osservazione (n° ore)
1	3	2	0	0	0	2	2	2
2	2	1	1	2	2	3	0	3
3	2	4	5	1	0	1	0	1
4	0	5	0	1	1	0	0	0
5	2	2	2	1	0	1	1	1
6	1	1	0	1	0	0	0	0
7	0	3	0	2	2	1	1	1
8	2	2	0	0	0	4	0	0
9	0	2	2	2	0	0	0	0

Tabella 1b. Riportiamo i punteggi ottenuti all' Art and Experience Questionnaire' (Chatterjee e coll., 2010) che valuta il livello di scolarità artistica (item 1-3, n° di partecipazioni a corsi di Storia dell'Arte, Teoria e Arte Applicata) e di esperienza estetica di ogni partecipante, sia in termini di esposizione (item 4-5-8, familiarità a musei, gallerie d'arte e n° di ore dedicate all'osservazione di prodotti artistici) che di produzione di arte visiva (item 6-7).

4.1.2 Stimoli

Nel presente studio sono stati utilizzati 24 stimoli raffiguranti volti di uomini tratti da opere d'arte pittoriche 'Art' (n. 12) (Fig. 5) e fotografie non artistiche 'Real' (n. 12).

I volti potevano rappresentare espressioni neutre 'Neutral' (n. 12) o di dolore fisico 'Pain' (n. 12).

Categoria	Autore	Titolo Opera	Anno
Art_pain	Anonimo marchigiano	Martirio di San Bartolomeo	-
Art_pain	Theodoor Rombouts	Prometeo	-
Art_pain	Jusepe De Ribera	Il martirio di San Filippo	1639
Art_pain	Guido Reni (attr.)	Apollo e Marsia (part.)	-
Art_pain	Gregorio Martinez	Prometeo	1590 - 1596
Art_pain	Caravaggio	Davide e Golia	1609-1610
Art_neutral	Annibale Carracci	Autoritratto	(1593)
Art_neutral	Antonello da Messina	Ritratto virile	1476
Art_neutral	Sandro Botticelli	Ritratto virile	1483-1484
Art_neutral	Theodore Gericault	Ritratto di Eugene Delacroix	1818-1819
Art_neutral	Lorenzo Lotto	Ritratto di Giovane che sospende la lettura	1535
Art_neutral	Hans Memling	Ritratto maschile con una medaglia romana	1480

Figura 5. Elenco delle opere pittoriche da cui sono stati tratti i 12 stimoli 'Art' (6 espressioni emotivamente neutre 'Neutral' e 6 espressioni di dolore 'Pain').

Il set complessivo degli stimoli comprendeva quindi 6 espressioni artistiche di dolore 'Art Pain', 6 espressioni artistiche neutre 'Art Neutral', 6 espressioni non artistiche di dolore 'Real Pain' e in ultimo 6 espressioni non-artistiche neutre 'Real Pain' (Fig. 6).

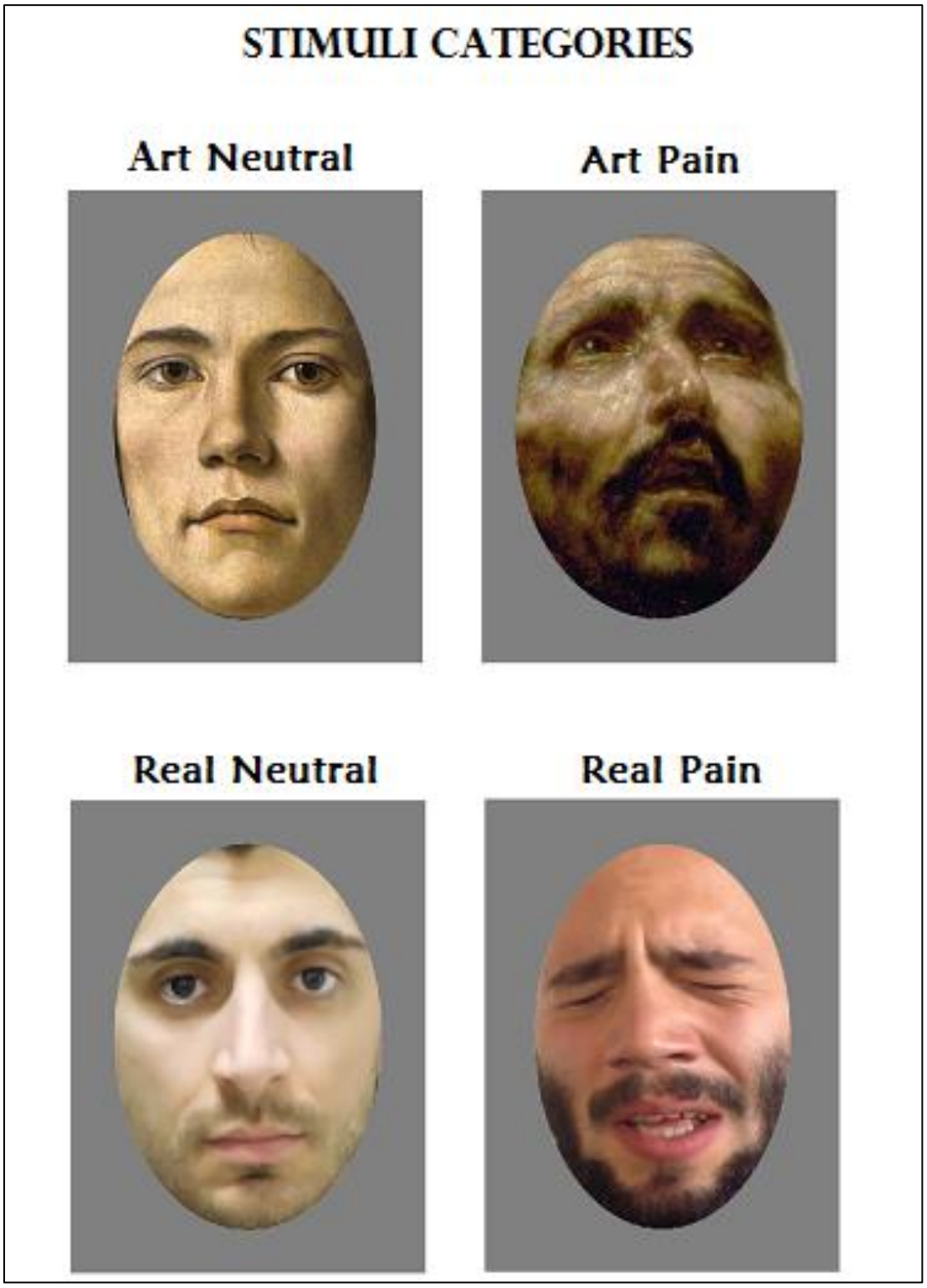

Figura 6. Esempi di stimoli di espressioni facciali ritraenti l'espressione artistica neutra 'Art Neutral' e di dolore *'*Art Pain*'* (parte superiore) e ritraenti l'espressione non-artistica neutra 'Real Neutral*'* e di dolore 'Real Pain*'* (parte inferiore).

Il set di stimoli artistici ‘Art*’* (condizione ‘Neutral’ e condizione di ‘Pain’) è stato ricavato a partire da 43 opere di pittura rinascimentale, precedentemente selezionate. Per quanto riguarda gli stimoli ‘Art Pain’, le espressioni di dolore sono state selezionate considerando i soli quadri dove il soggetto fosse sottoposto ad un reale dolore fisico. Nell’intenzione dell’autore vi era quindi quella di trasmettere tale sensazione nella propria opera. Sono stati esclusi, per evitare bias contestuali i volti di Cristo o della Madonna. Gli stimoli ‘Art Neutral’ sono stati selezionati da quadri rappresentanti ritratti di uomini.

Il materiale non artistico ‘Real*’* è stato invece ottenuto a partire da riprese-video, eseguite con macchina fotografica digitale, che mostravano 18 attori non professionisti esprimere le emozioni richieste. Dai videoclip sono stati successivamente estratti i frames da elaborare su Adobe Photoshop CS6 13.0 (2012).

Per ottenere le espressioni ‘Neutral’ era richiesto agli attori di riprodurre liberamente con il volto una condizione emotivamente neutra. Per la simulazione dell’espressione di dolore (‘Pain’) invece si chiedeva ai soggetti di immaginarsi coinvolti in un’esperienza intensa di dolore fisico come l’amputazione di un arto e di esprimere la sensazione immaginata lungo un continuum emotivo graduale da lieve a intenso fino al dolore insopportabile.

Le istruzioni venivano fornite verbalmente ed erano uniformi per ciascun attore.

I videoclip sono stati realizzati con una macchina fotografica digitale in un’aula con sfondo bianco e in condizioni di luce controllata. Tutti gli attori simulavano l’espressione richiesta da seduti in modo che potessero concentrarsi sull’emotività espressa dal volto in modo ottimale.

Si è scelto di utilizzare immagini di espressione di dolore posato piuttosto che reali in quanto espressioni facciali di dolore simulato o realmente esperito producono risposte comportamentali differenti (Hill & Craig, 2002). Essendo le immagini tratte da opere d’arte intrinsecamente fittizie, si è bilanciato questo fattore tra le due tipologie di stimoli.

Tutti gli stimoli sono stati adattati mediante Adobe Photoshop CS6 13.0 (2012) per l'elaborazione.

La risoluzione di tutte le immagini sono state uniformate impostandole a 300 pixel/pitch. Poiché lo stimolo doveva risultare orientato in modo verticale, se il volto da selezionare era rovesciato veniva applicata una rotazione dell'immagine.

In seguito, utilizzando *marker* fisici (i.e., attaccatura dei capelli, punta del mento, limite esterno delle sopracciglia) veniva selezionato il solo volto deprivato di altre variabili contestuali.

Le dimensioni del volto così selezionato erano uniformate tra le diverse immagini mantenendo costanti le proporzioni. La selezione ridimensionata veniva collocata al centro di uno sfondo grigio (R:128, G:128, B:128) uniforme di dimensioni costanti (dimensioni: 600 pixel - largezza, 800 pixel - altezza; e risoluzione: 300 pixel/pollice).

La luminosità iniziale dei 24 stimoli presentava valori medi di luminanza (cdl/m^2) pari a: 120.92 per la condizione 'Art Neutral', 132.74 per la condizione 'Real Neutral', 103.12 per la condizione 'Art Pain' e 103.37 per la condizione 'Real Pain'.

Per tre stimoli della condizione Real Neutral la luminanza media è stata ridotta a 120.10 cdl/m^2.

Per valutare se gli stimoli delle 4 categorie risultassero differenti per i valori di luminosità è stata eseguita un'ANOVA a misure ripetute, disegno 2 X 2 in cui i fattori di variabilità considerati sono stati rispettivamente il fattore Estetica (2 livelli: 'Art', 'Real') e il fattore Emozione (2 livelli: 'Neutral', 'Pain').

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute hanno mostrato un effetto principale significativo del fattore Emozione ($F_{(1.5)} = 8.082$, $p = 0.036$) tale per cui sono gli stimoli 'Pain' a risultare significativamente più scuri (M = 103.25, ES = 2.091) degli stimoli 'Neutral' (M = 120.52, ES = 1.977). (Fig. 7)

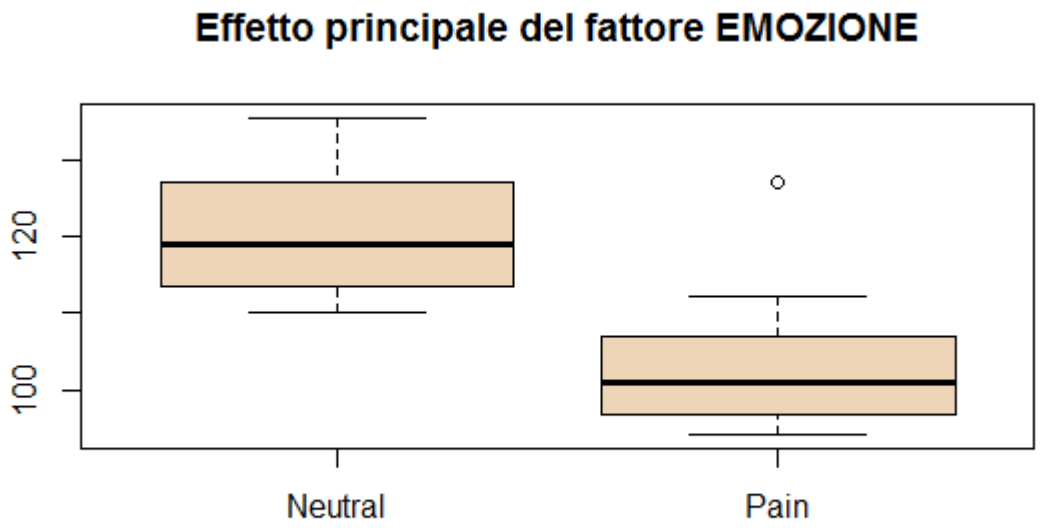

Figura 7. Effetto principale significativo (p = 0.036) del fattore *Emozione*

Il gruppo di 24 stimoli utilizzati nel presente esperimento sono stati selezionati da un pool più ampio (84 immagini totali), mediante una procedura di validazione, cui hanno preso parte 20 partecipanti (10 maschi) non successivamente inclusi nella presente procedura sperimentale.

Il paradigma di validazione era composto da quattro condizioni sperimentali: a. 21 espressioni artistiche di dolore ('Art Pain'), b. 22 espressioni artistiche neutre ('Art Neutral'), c. 25 espressioni non artistiche di dolore ('Real Pain'), d. 15 espressioni non artistiche neutre ('Real Neutral'). Ciascuno stimolo veniva presentato due volte per un totale complessivo di 166 trials.

L'esperimento era diviso in due blocchi separati da una pausa di durata variabile a seconda delle necessità del singolo partecipante, la pausa non poteva essere protratta oltre i 10 minuti. Il 1° blocco conteneva 40 stimoli, ripetuti due volte per un totale 80 trials; il 2° blocco ne conteneva 43, anch'essi ripetuti due volte per un totale di 86 trials. L'ordine dei due blocchi era invertito in maniera randomizzata tra i soggetti.

Successivamente alla presentazione di ogni stimolo venivano presentate al soggetto 3 domande in ordine randomizzato:

- Domanda 1 (*Dolore*): Questo volto esprime dolore fisico?
- Domanda 2 (*Emotività*): Questo volto esprime un'emozione?
- Domanda 3 (*Realismo*): Quanto è realistica questa espressione?

I soggetti dovevano rispondere in una scala da 0 (per nulla) a 4 (moltissimo) premendo sulla tastiera del computer i tasti corrispondenti.

Ogni singolo trial era così composto: una croce di fissazione nera al centro dello schermo del PC per 500 ms cui seguiva la presentazione dello stimolo della durata di 2500 ms. Immediatamente dopo la presentazione dello stimolo comparivano, una alla volta, le tre domande. Il tempo di risposta massimo era di 8000 ms per ciascuna domanda. Dopo la risposta il trial proseguiva automaticamente.

Alla fine o all'inizio dell'esperimento (bilanciando tra i soggetti) ciascuno stimolo era presentato singolarmente e veniva fatta la seguente domanda 'Quanto ti è familiare questa immagine?' sempre con la precedente modalità di risposta (da 0 'per nulla' a 4 'moltissimo').

I 24 stimoli finali sono stati selezionati secondo i seguenti criteri. Per le immagini appartenenti alla categoria Pain ('Art Pain', 'Real Pain') sono state selezionate le 12 immagini (6 'Art Pain' e 6 'Real Pain') che presentavano punteggi maggiori alla domanda 1 (Quanto dolore fisico esprime questo volto?) bilanciandoli tra le categorie Art e Real. Tra le immagini Neutral ('Art Neutral' e 'Real Neutral') sono state selezionate le 12 immagini (6 'Art Pain' e 6 'Real Pain') che presentavano punteggi minori alla domanda 2 (Questo volto esprime un'emozione?) bilanciandoli tra le categorie 'Art' e 'Real'. Gli stimoli selezionati sono stati inoltre bilanciati per caratteristiche visive macroscopiche quali: direzione dello sguardo e orientamento volto. Gli

stimoli così ottenuti sono stati comparati per i giudizi di dolore, emotività e realismo al fine di indagare eventuali differenze significative al loro interno.

Per le Analisi statistiche è stata eseguita un'ANOVA a misure ripetute, disegno 2 X 2 X 3 in cui i fattori di variabilità considerati sono stati: il fattore Estetica (2 livelli: 'Art', 'Real'), il fattore Emozione (2 livelli: 'Neutral', 'Pain') e il fattore Domanda (3 livelli: *Dolore*, *Emotività*, *Realismo*).

Dalle analisi è emerso che gli stimoli selezionati per le condizioni 'Art Neutral' e 'Real Neutral' non differivano per *dolore*, *emotività* e *Realismo* attribuito alle espressioni emotive (Fig. 8). Non sono emerse, inoltre, differenze statisticamente significative nel giudizio di *dolore* tra gli stimoli 'Art Pain' e gli stimoli 'Real Pain' (Fig. 8).

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute hanno invece evidenziato un effetto di interazione significativo Condizione * Emozione * Domanda ($F_{(2,10)} = 6.9550$; $p = 0.0128$). I contrasti post-hoc eseguiti mediante test HSD di Tukey hanno rilevato che gli stimoli appartenenti alla categoria 'Art Pain' venivano giudicati significativamente più emotivi (M = 2.525, ES = 0.088, p = 0.0002) rispetto agli stimoli 'Real Pain' (M = 1.916, ES = 0.055) e significativamente più realistici (M = 2.041, ES = 0.093, p = 0.0154) rispetto agli stessi stimoli 'Real Pain' (M = 1.802, ES = 0.058) (Fig. 8).

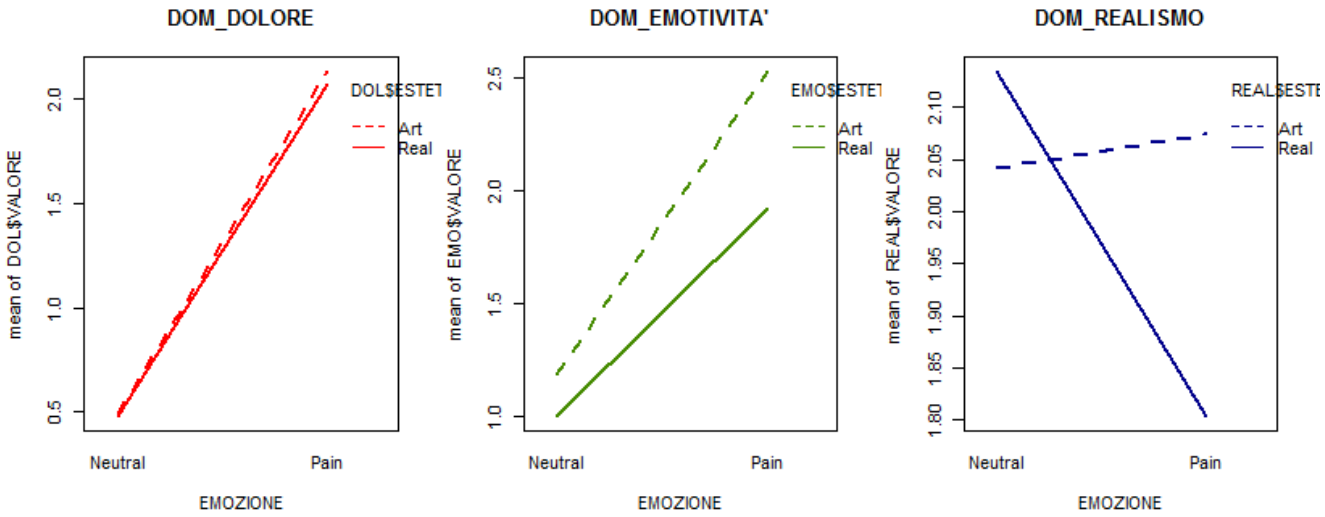

Figura 8. Effetto di interazione significativo (p = 0.0128) Condizione * Emozione * Domanda. Si noti che gli stimoli 'Art Pain' sono giudicati significativamente più emotivi (p = 0.0002) e più realistici (p = 0.0154) degli stimoli 'Real Pain'.

4.1.3 Procedura

L'intera sessione sperimentale è stata condotta presso il Dipartimento di Neuroscienze, Unità di Fisiologia dell'Università di Parma. Complessivamente essa aveva una durata di 45 minuti.

La sessione sperimentale si componeva di una prima fase preliminare di assessment in cui venivano raccolte informazioni anamnestiche dei partecipanti ed in cui essi procedevano alla compilazione di questionari autosomministrati. Successivamente, i partecipanti venivano impegnati in una sessione sperimentale di registrazione dei movimenti oculari tramite dispositivo *Eye-tracker* (Tobii) (per una dettagliata descrizione del dispositivo vedere capitolo III). Entrambe le sessioni erano svolte nella medesima giornata.

Nella fase preliminare di assessment è stata condotta una raccolta di informazioni demografiche dei partecipanti (età, sesso, scolarità), è stato indagato il loro stato di salute (assunzione di farmaci, presenza di malattie neurologiche, Tc e/o epilessie) ed è stato inoltre chiesto di riportare, se presenti, la tipologia di deficit visivi e l'eventuale tipo di correzione usata dal soggetto al

momento dell'esperimento (lenti o occhiali). In questa fase preliminare è stato anche eseguito il test della dominanza oculare.

Seguiva la compilazione dei seguenti questionari: Current Pain Intensity (cPI), Average Pain Intensity (aPI), Pain Catastrophizing Scale (PCS) (Sullivan, M.J.L., Bishop, S.R., Pivik, J.; 1995), Edinburgh Inventory (Oldfield, 1971), Interpersonal Reactivity Index (IRI) (Davis 1980-1983), Toronto Alexithymia Scale (TAS-20) (Bagby, Parker e Taylor, 1994) e infine l'Art experience Questionnaire (Chatterjee, A., Widick, P., Sternschein, R., Smith II, W. B., & Bromberger, B. (2010).

L'Edinburgh Inventory (Oldfield, 1971), è stato somministrato al fine di identificare la dominanza manuale di ogni partecipante.

Prima dell'inizio dell'esperimento è stato necessario controllare la variabile 'dolore esperito' dal partecipante, nell'ultimo mese o al momento dell'esperimento, per valutare possibili influenze di queste due variabili sul giudizio di dolore attribuito ai volti presentati. I questionari cPI e aPI sono stati quindi somministrati per avere la garanzia che il giudizio di emotività espressa, percepita per ogni stimolo, non fosse co-determinato dallo stato fisico del soggetto.

Al contrario, il PCS ci ha consentito di individuare, se presenti, tendenze proprie dei soggetti all'esagerazione e/o catastrofizzazione del dolore. Variabili anch'esse che avrebbero potuto influenzare la valutazione delle espressioni emotive proprie degli stimoli presentati.

I due test che indagano l'Intelligenza emotiva, quali IRI e TAS-20, sono stati somministrati allo scopo di valutare il livello di Responsività emozionale, il primo, ed il grado di Consapevolezza emozionale dei partecipanti, il secondo. Ai fini della ricerca è stato necessario accertarsi che tutti i partecipanti non avessero deficit di riconoscimento emozionale.

Infine, l'Art experience Questionnaire è stato somministrato per valutare il livello di esperienza e scolarità artistica dei partecipanti. E' stato importante accertarsi che tutti i soggetti avessero

una simile familiarità alle opere d'arte in modo tale da rendere il campione equilibrato per quest'ultima variabile.

I due questionari cPI e aPI stimano il dolore provato dal partecipante (attraverso una scala da 0 'dolore nullo' a 10 'dolore estremo mai provato prima') al momento dell'esperimento, il primo, e il dolore esperito nell'ultimo mese, il secondo. Questi utilizzano, come misura unidimensionale di dolore esperito, la scala visuo-analogica del dolore (VAS, *Visual Analogue Scale*), una scala continua costituita da una linea orizzontale (HVAS) di 10 cm delimitata da due estremità che corrispondono 'assenza di dolore' (0) e 'il dolore peggiore mai sentito' (10) (Hawker e coll., 2011).

Al partecipante viene richiesto di contrassegnare con una linea, perpendicolare alla linea della VAS, il punto della retta che corrisponde all'intensità del dolore provato o in quel momento (cPI) o nell'ultimo mese (aPI).

Il PCS (Sullivan, M.J.L., Bishop, S.R., Pivik, J.; 1995) indaga il la percezione soggettiva del dolore. Il test mira ad individuare il livello di catastrofizzazione del dolore tipica di ogni individuo misurando tre scale quali: la tendenza a tornare frequentemente al pensiero del dolore (*Rumination*), la tendenza ad esagerarlo (*Magnification*) e la sensazione di impossibilità di farvi fronte (*Helplessness*). La scala, composta da 12 items, prevede uno scoring basato su scala Likert a 5 punti da 0 'mai' a 4 'sempre'(Sullivan, 2009).

Per valutare la responsività empatica dei partecipanti è stata somministrata la versione italiana dell'Interpersonal Reactivity Index (IRI, Davis 1980-1983), test volto a rilevare l'esperienza cognitiva di assunzione del punto di vista altrui. L'IRI, consistente in 28 items, si compone di 4 sottoscale indipendenti. La prima sottoscala misurata riguarda l'assunzione di prospettiva (*perspective taking*, PT) i cui items fanno riferimento alla capacità delle persone di adottare il punto di vista altrui, e quindi esprimono l'aspetto cognitivo dell'empatia. La seconda sottoscala

valuta la preoccupazione empatica (*empathic concern*, EC) riferita alla tendenza della persona ad esperire sentimenti di calore umano, compassione e preoccupazione per un'altra persona. La misura del distress (*personal distress*, PD) rimanda invece ai sentimenti di ansia e incapacità di gestione della situazione che vengono provati in prima persona quando si assiste ad un'esperienza negativa o dolorosa vissuta da un altro individuo. Infine, la sottoscala fantasia (*Fantasy*, F) rimanda alla tendenza di alcuni individui ad identificarsi fortemente con personaggi di invenzione presenti in film, libri o giochi.

Per valutare il costrutto di personalità corrispondente all'alessitimia, rappresentato da un insieme multivariato di componenti, quali difficoltà ad identificare le emozioni, difficoltà a descrivere i sentimenti, stile di pensiero orientato verso la realtà esterna e limitata capacità immaginativa, è stata utilizzata la Toronto Alexithymia Scale (TAS-20; Bagby, Parker e Taylor, 1994). Le caratteristiche tipiche dell'alessitimia sono espressione di un deficit sia nel dominio cognitivo-esperienziale dei sistemi di risposta emotiva sia al livello della regolazione interpersonale delle emozioni (Taylor, Bagby & Parker, 1997/2000). La scala, nella versione riveduta, è composta da 20 items il cui scoring è basato su una scala Likert a cinque punti. La scala dispone di 3 sottoscale, legate alla definizione originale di alessitimia di Sifneos (1973), che sono state costruite con l'aiuto dell'analisi fattoriale. Esse sono: difficoltà a identificare le emozioni (*difficulty identifying feelings*, DIF), difficoltà a descrivere le emozioni (*difficulty describing feelings*, DDF) e pensiero orientato all'esterno (*externally oriented thinking*, EOT) (Carretti e coll., 2011).

Infine è stato somministrato l'Art and Experience Questionnaire (Chatterjee, A e coll., 2010). Il questionario si compone di 12 items ed indaga: il livello di scolarità artistica di ogni partecipante (item 1-3, n° di partecipazioni a corsi di Storia dell'Arte, Teoria e Arte Applicata) e di esperienza estetica, valutata sia in termini di esposizione (item 4-5-8, familiarità a musei, gallerie d'arte e n° di ore dedicate all'osservazione di prodotti artistici) che in termini di produzione di arte visiva

item 6-7). Il questionario si riserva 4 items conclusivi (8-12) per ricavare informazioni generali del soggetto relative a genere, età, livello educativo raggiunto e presenza di deficit visivi.

La risposta ad ogni item è fornita attraverso una scala Likert.

Al termine della sessione di assessment i partecipanti prendevano parte alla sessione sperimentale.

La sessione sperimentale si componeva di due compiti ('AJ- Aesthetic Judgment' per il giudizio estetico, 'EJ-Emotional Judgment' per il giudizio di dolore), il cui ordine veniva bilanciato tra i partecipanti.

All'interno di ogni compito gli stimoli (n=24) venivano presentati in ordine random per tre ripetizioni (n. totale di trials pari a 72, 18 per ogni condizione), allo scopo di evitare che i risultati potessero essere in qualche modo influenzati dalla sequenza degli stimoli.

Il partecipante sedeva di fronte al monitor ad una distanza occhi-schermo (in linea retta) di circa 60 cm. Poiché gli occhi erano paralleli al monitor era permesso ai partecipanti di indossare lenti a contatto o occhiali durante la registrazione in quanto non interferiscono con l'attività dell'*eye-tracking* (Tobii Technology, 2006). Il partecipante poneva il mento su di una mentoniera posta ad un'altezza di circa 25 cm a seconda dell'altezza del partecipante.

Per favorire la registrazione, l'esperimento è stato svolto in una stanza silenziosa e mantenuta al buio.

Ad ogni partecipante è stato consegnato un foglio con le istruzioni sperimentali, lette ad alta voce e chiarite successivamente anche dallo sperimentatore. Fornite le istruzioni, era lo sperimentatore a dare l'avvio al test premendo la barra spaziatrice sulla tastiera del computer posto a lato del monitor dell'*eye-tracker*.

In questo modo è stato possibile annullare errori dovuti al movimento del corpo o alla rotazione della testa definiti '*head-motion compensation error'*, artefatti causati dalla necessità del soggetto di distogliere lo sguardo dal monitor per cercare la spacebar sulla tastiera.

Il compito dei soggetti era di esplorare le immagini che gli venivano presentate sul monitor nel modo più naturale possibile con l'accortezza di non chiudere gli occhi, se non durante la presentazione della slide contenente la croce di fissazione o quella relativa alla domanda.

Ogni trial iniziava con la presentazione di una croce di fissazione nera su sfondo grigio della durata di 1000 msec, in metà dei casi 75° a destra dal centro e nella restante metà a 75° a sinistra dal centro. La croce di fissazione è stata inserita, all'inizio di ogni presentazione, per avere la garanzia che tutti i soggetti guardassero gli stimoli a partire dallo stesso punto iniziale (Green e coll., 2005; Horley e coll., 2004). Al partecipante veniva chiesto di tornare con lo sguardo sulla croce di fissazione ogniqualvolta comparisse. Bilanciando la lateralità delle croci di fissazione è stato possibile evitare un bias nella localizzazione della prima fissazione del partecipante (Green e coll., 2005; Horley e coll., 2004).

Alla scomparsa della croce di fissazione veniva presentato lo stimolo della durata di 3000 msec. Il partecipante poteva esplorare liberamente le immagini evitando però, per quanto possibile, di sbattere le palpebre al momento di ogni presentazione. Al termine della presentazione dello stimolo veniva visualizzata la domanda relativa al compito con quattro opzioni numeriche di risposta. In entrambi i compiti il partecipante doveva fornire la risposta verbalmente allo sperimentatore indicando un numero da 0 a 4 (0: per nulla; 4: moltissimo).

Nel compito, denominato 'Aesthetic Judgment', era chiesto al partecipante, di rispondere alla domanda 'quanto è bella?' e di esprimere un giudizio estetico relativo agli stimoli presentati. Era precisato che tale giudizio non dovesse essere influenzato da quanto il volto piacesse da un punto di vista soggettivo ma, piuttosto, quanto tale volto era ritenuto dal partecipante oggettivamente

o esteticamente/artisticamente bello. Nel secondo compito, denominato 'Emotional Judgment,' si richiedeva al partecipante di esprimere un giudizio relativo all'intensità di dolore fisico proprio dell'espressione emotiva contenuta nello stimolo. Il partecipante veniva informato sul giudizio da compiere all'inizio del task.

Il partecipante doveva fornire verbalmente la risposta allo sperimentatore ed era lo sperimentatore a premere la barra spaziatrice per procedere con il trial successivo, avendo cura di controllare il track-status e quindi che l'*eye-tracker* stesse correttamente registrando i movimenti oculari del partecipante.

Tale procedura era seguita in quanto la variabile di interesse non consisteva nei tempi di risposta del partecipante quanto nella qualità della risposta stessa. Inoltre, non richiedendo al partecipante di premere il pulsante relativo alla risposta è stato possibile evitare artefatti da movimento e la perdita di informazioni causati dalla necessità del partecipante di dirigere il proprio sguardo sulla tastiera per selezionare il tasto corrispondente.

Ogni trial aveva una durata di circa 7 sec (stima all'eccesso) e ogni compito aveva quindi durata complessiva di 8,4 minuti.

Al termine di entrambi i compiti tutti gli stimoli erano riproposti, una sola volta, ed al partecipante veniva chiesto di indicare se, prima dell'esperimento, avesse già visto tali immagini, e secondariamente era chiesto quali immagini ritenesse essere 'opere d'arte' e quali no; per entrambe le domande la risposta era dicotomica (si, no).

4.1.4 Apparato

Per lo svolgimento dell'esperimento è stata scelta una tecnica di registrazione dei movimenti oculari. Tale tecnica è stata messa a punto da un dispositivo *eye-tracker*, modello Tobii x50, in dotazione del Dipartimento di Neuroscienze (Unità di Fisiologia, Parma).

Il termine *eye-tracking*, letteralmente ‘tracciamento dei movimenti oculari’, indica l’insieme delle metodologie utilizzate al fine di identificare ed analizzare i movimenti oculari dei soggetti sperimentali ed include le tecnologie che si sono sviluppate allo scopo di acquisire e registrare, in tempo reale, i movimenti oculari (The Eye-Tracking Company, 2010).

A partire dalla metà del secolo scorso le tecnologie di *eye-tracking* hanno attraversato diverse fasi evolutive. La scelta di questa tecnica per l’esecuzione dell’esperimento pone le basi sull’evoluzione di tale metodologia, che è andata nella direzione di una maggiore precisione e una minore invasività nei confronti dei soggetti.

La tecnologia adottata dai dispositivi *eye-tracker* si basa su metodologie di tracciamento dei movimenti oculari altamente accurate e che non comportano alcun tipo di impatto nei confronti degli utenti. L’invasività è nulla poiché non è necessario indurre il soggetto ad indossare alcun tipo di caschetto e/o assumere posture predefinite. Inoltre, il contesto ambientale in cui può essere utilizzato il dispositivo non comporta alcuna alterazione della realtà (The Eye-Tracking Company, 2010).

La tecnica di *eye-tracking* che è stata utilizza è quella VOG di tipo IROG. Con il primo termine si fa riferimento alla famiglia ti tecniche di tipo ‘video-oculografico’, con il secondo termine si indica invece la metodologia di tracciamento basata sul fenomeno della ‘riflessione multipla corneale della luce’ (di tipo infrarosso).

Il funzionamento del dispositivo implica l’emissione di luce infrarossa diretta verso gli occhi del soggetto (posizionato di fronte al dispositivo), i cui movimenti oculari vengono dedotti dalle variazioni del conseguente riflesso corneale. Tale segnale viene registrato (cinquanta volte al secondo) da un sensore posto alla base del monitor capace di “vedere” gli infrarossi escludendo tutto il resto della luce ambientale (Tobii Technology, 2010).

L'*eye-tracker* analizza, attraverso una telecamera digitale, il movimento dell'occhio ed in particolare la dimensione della pupilla (determinata con precisione da algoritmi di elaborazione delle immagini).

Nello specifico è stato utilizzato il dispositivo Tobii x50 unito al rispettivo software Clear View 2.6.0. Il dispositivo Tobii x50 permette la registrazione binoculare dei movimenti oculari, con un'accuratezza prossima a 0.5-0.7 gradi di campo visivo ad una velocità di 50 Hz.

La latenza, definita come il tempo che intercorre tra l'acquisizione della posizione degli occhi e la registrazione dei dati relativi ad essa, è pari a 35 ms. Questa misura è data dalla somma del tempo di esposizione, trasferimento, calcolo ed invio dei dati nel sistema che viene impiegato dalla camera di registrazione.

L'hardware del dispositivo è formato da diverse componenti. È presente una camera ad alta risoluzione con un campo visivo pari a 21 x 16 x 20 cm (larghezza x altezza x profondità) posta a 60 cm dal soggetto. Tale struttura permette la cattura dell'immagine degli occhi del soggetto ed è affiancata a diodi emettitori di radiazione infrarossa (NIR-LEDs) che illuminano e generano pattern di riflessione negli occhi dell'utente. Sono inoltre presenti i filtri ottici (*Optical filters*) che bloccano o nascondono le fonti di luce interferenti alla registrazione e i controlli elettronici (*Control electronis*) che mediano una comunicazione efficiente tra il dispositivo e il computer, fungendo da supervisori sia alla camera che ai NIR-LEDs (Tobii Technology, 2010).

Il dispositivo possiede una risoluzione spaziale di 35 gradi ed un controllo di effetti di *drift* inferiori a 1 grado. I *drifts* indicano un deterioramento della calibrazione che può essere causato ad esempio da cambiamenti di *pupil size*, dovuti a possibili shift nelle condizioni di illuminazione o a eventuale lacrimazione.

L'*eye-tracker* Tobii x50 permette una libertà di movimento della testa di 30 x 16 x 20 cm a 60 cm dal monitor e la velocità massima di tale movimento supportato è approssimativamente di 10 cm/s. Inoltre, l'estensione massima rilevata dal dispositivo in termini di *gaze angles* è di +/- 35

gradi nella semicirconferenza sopra la camera e di +/- 10 gradi sotto la camera (Tobii Technology, 2010).

Il software Clear View consente invece di effettuare le analisi relative ai dati sperimentali ottenuti, esportandoli in formato Excel, e di costruire le aree di interesse (*Areas of Interest*, AOIs) sugli stimoli selezionati, al fine di poter focalizzare le analisi sulle stesse.

Le AOIs sugli stimoli sperimentali sono state create manualmente in seguito ad un'analisi accurata dei pattern di scansione visiva (sequenza di saccadi e fissazioni) dei partecipanti. In linea ai risultati presenti in letteratura sull'argomento, per ogni stimolo selezionato la maggiore concentrazione di fissazioni è stata evidenziata principalmente nelle regioni degli occhi, naso e bocca (Guo e Shaw, 2015; Guo, 2012; Eisenbarth e Alpers, 2011; Vassallo e coll., 2009).

Di conseguenza sono state definite queste 4 aree di interesse e disegnate all'interno degli stimoli. Per ogni immagine erano: (1) *eye right*, (2) *eye left*, (3) *mouth*, (4) *nose*. In seguito ad un'analisi dettagliata dei lavori presenti in letteratura sull'argomento si è deciso di etichettare le AOIs considerando lo stimolo dalla prospettiva dell'osservatore in modo tale che l'AOI *'eye left'* corrisponda all'occhio posto a sinistra nell'immagine, ovvero l'occhio destro del volto raffigurato e che l'AOI *'eye right'* si riferisca all'occhio posto a destra dalla prospettiva dell'osservatore e cioè all'occhio sinistro del volto rappresentato (Fig. 9).

La dimensione di ogni AOI era mantenuta costante tra i vari stimoli mentre la posizione veniva adattata accuratamente per ogni volto. Nella definizione dei contorni delle diverse AOIs sono stati adottati criteri uniformi tali da permettere alle dimensioni delle diverse regioni di interesse di restare immutate per tutti gli stimoli, considerata la variabilità intra-stimolo e le possibili modificazioni a livello del volto a seconda dell'espressione emotiva.

Le AOIs '*eye right'* e '*eye left*' comprendevano: occhio palpebre, sopracciglia e parte del nasion; l'AOI '*nose'* comprendeva narici, columelle e rhinion mentre l'AOI '*mouth'* si estendeva dal philtrum fino a metà del mento. (Fig. 9).

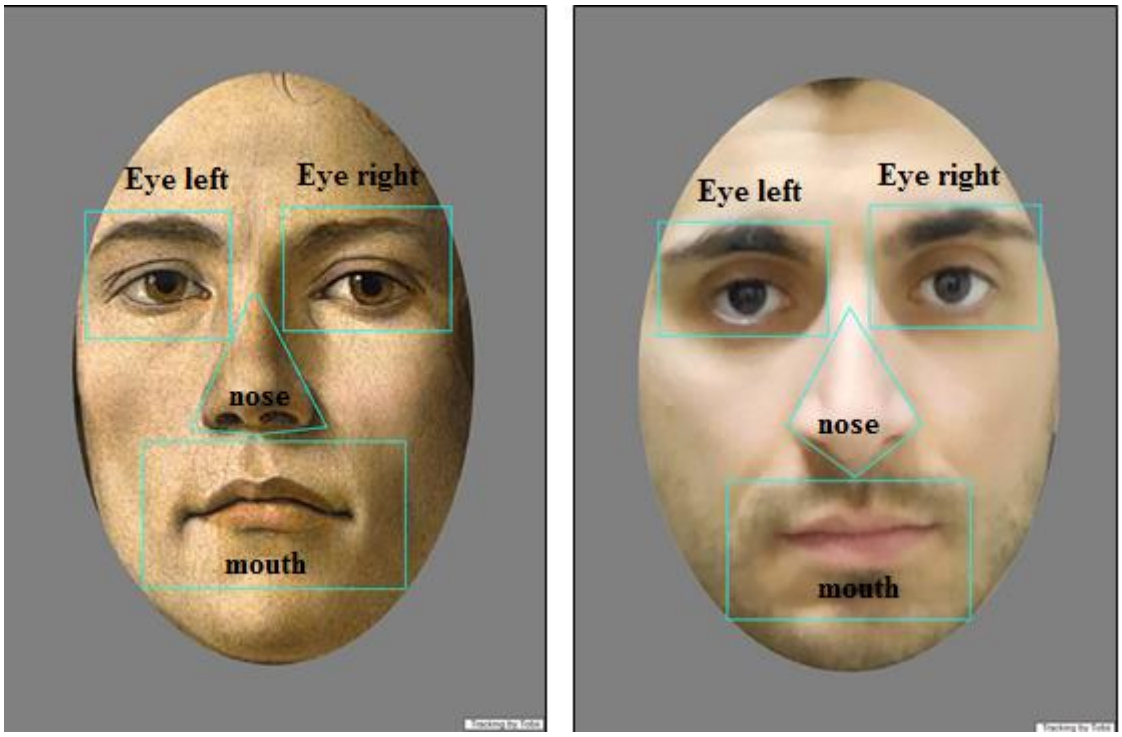

Figura 9. Esempi di AOI applicate su stimoli 'Art' (la prima) su stimoli 'Real' (la seconda). Le AOIs sono state definite dalla prospettiva dell'osservatore: l'AOI *eye left* si riferisce all'occhio posto a destra nell'immagine che corrisponde all'occhio destro del volto; l'AOI *eye right* è riferita all'occhio posto a destra nell'immagine e corrisponde, quindi, all'occhio sinistro del volto.

All'inizio dell'esperimento è stata condotta una procedura di calibrazione a 9 punti per ogni partecipante. Per quanto riguarda la scelta della calibrazione ci si è basati sui dati presenti in letteratura sull'argomento (S. V. Wass e coll., 2011).

In questa sessione dell'esperimento il partecipante aveva il compito di seguire con lo sguardo nove punti colorati (rossi) presentati sul monitor (grigio), era inoltre richiesto al soggetto di non compiere movimenti con la testa avendo l'accortezza di non chiudere gli occhi.

Questa procedura è necessaria per stimare, in modo accurato, qual era il punto di sguardo di ogni soggetto (Tobii Technology, 2006).

Per lo svolgimento dell'esperimento è stata adottata una configurazione a doppio monitor. Il primo, su cui lavorava lo sperimentatore (20,5 cm X 33 cm) è stato utilizzato per permettere un

costante monitoraggio dell'acquisizione *eye-tracker*; il secondo (62 cm X 34 cm), collegato al Tobii, è stato necessario per la presentazione degli stimoli ai partecipanti. La risoluzione di entrambi gli schemi era di 1280 per 800 pixel.

Il movimento dell'occhio è composto da fissazioni e saccadi. Nell'insieme, esse determinano lo *Scanpath*, ovvero il percorso disegnato dall'occhio.

Ai fini di un'accurata registrazione è stata effettuata un'analisi dettagliata in letteratura riguardo ai parametri ottimali da utilizzare per stabilire l'estensione e la durata di una fissazione (Bradley e coll., 2015; De Gelder e coll., 2014; Eisenbarth e coll., 2011; Gredebäck e coll., 2010; 2006; Engel e coll.,1999).

Negli studi citati una fissazione viene intesa come tale quando la posizione dell'occhio rimane all'interno di un'area di estensione variabile tra 0.6 e 1.3 gradi di angolo visivo, per un tempo compreso tra i 100 e i 300 ms.

Coerentemente, il criterio di definizione di fissazione adottato per l'esperimento è stato il mantenimento dello sguardo entro 1 grado di angolo visivo (pari a 33 pixel), per almeno 100 ms. Studi che hanno utilizzato il medesimo criterio sono stati i lavori di Bradley e collaboratori (2015), De Gelder e collaboratori (2014) ed infine quelli di Eisenbarth e colleghi (2011).

La conversione angolo visivo in pixel utilizzata per la definizione di una fissazione è stata calcolata attraverso il '*degree to pixel fixation radius converter'*, strumento che permette di convertire il criterio spaziale (Fixation radius) da gradi a pixel. Messo a punto da Tomek Loboda, esso esegue la conversione richiesta sulla base del diametro, risoluzione orizzontale e verticale dello schermo e della distanza da quest'ultimo al soggetto (nel nostro caso rispettivamente 28 cm, 1080 x 1920 pixel e 600 mm).

Una fissazione è valida quando ricade entro uno delle quattro AOIs (Bradley e coll., 2015).

4.2 Risultati

4.2.1 Risultati analisi comportamentale

L'analisi comportamentale è stata effettuata al fine di rilevare la presenza di differenze significative nei giudizi estetici (AJ) e nei giudizi emotivi (EJ) degli stimoli assegnati alle 4 categorie sperimentali ('Art Neutral', 'Art Pain', 'Real Neutral', 'Real Pain'). Le analisi sono state condotte separatamente ed indipendentemente nei due compiti (AJ, EJ).

In seguito è stata valutata la presenza di una correlazione tra i giudizi (estetico ed emotivo), assegnati alle 4 condizioni, ed i punteggi ottenuti ai questionari compilati in fase di assessment. L'analisi della correlazione è stata eseguita tramite la statistica di Pearson.

E' stata condotta un'Analisi della Varianza (ANOVA) a misure ripetute, disegno 2 X 2. I fattori presi in esame sono stati rispettivamente il fattore 'Estetica' (2 livelli: 'Art', 'Real') e il fattore 'Emozione' (2 livelli: 'Neutral', 'Pain').

Prima di eseguire l'ANOVA è stata accertata la normalità della distribuzione (Test Shapiro-Wilks) ed è stata controllata l'indipendenza delle misure (Sfericità) attraverso la Statistica di Mauchly. Quando la sfericità era violata sono stati riportati i valori corretti di Greenhouse-Geisser se $\varepsilon < .75$, se, invece, $\varepsilon > .75$ sono stati riportati i valori corretti di Huynh-Feldt.

Entrambi i prerequisiti sono stati soddisfatti per i valori medi del task estetico. Contrariamente, i valori medi ottenuti al task emotivo (EJ) non possedevano inizialmente una distribuzione analoga a quella normale. Si è quindi provveduto all'analisi degli outliers (> 3 DS oltre la media), i quali sono stati sostituiti con i valori medi. Successivamente i test della normalità Shapiro-Wilk sono risultati non significativi ($p_s > .05$) e la sfericità soddifatta.

Sono stati effettuati i confronti tra le medie mediante i test post-hoc di Newman-Keuls.

Task estetico (AJ)

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute durante l'assegnazione del giudizio estetico hanno mostrato un effetto principale significativo del fattore Emozione (Fig. 10). ($F_{(1,8)} = 18.938$, $p = .002$). La categoria di stimoli 'Neutral' ha ottenuto punteggi significativamente superiori (M= 2.029 ES= 0.169) rispetto alla categoria di stimoli 'Pain' (M= 1.015, ES= 0.229) nel giudizio estetico, indipendentemente dalla loro appartenenza alla categoria 'Art' o 'Real'.

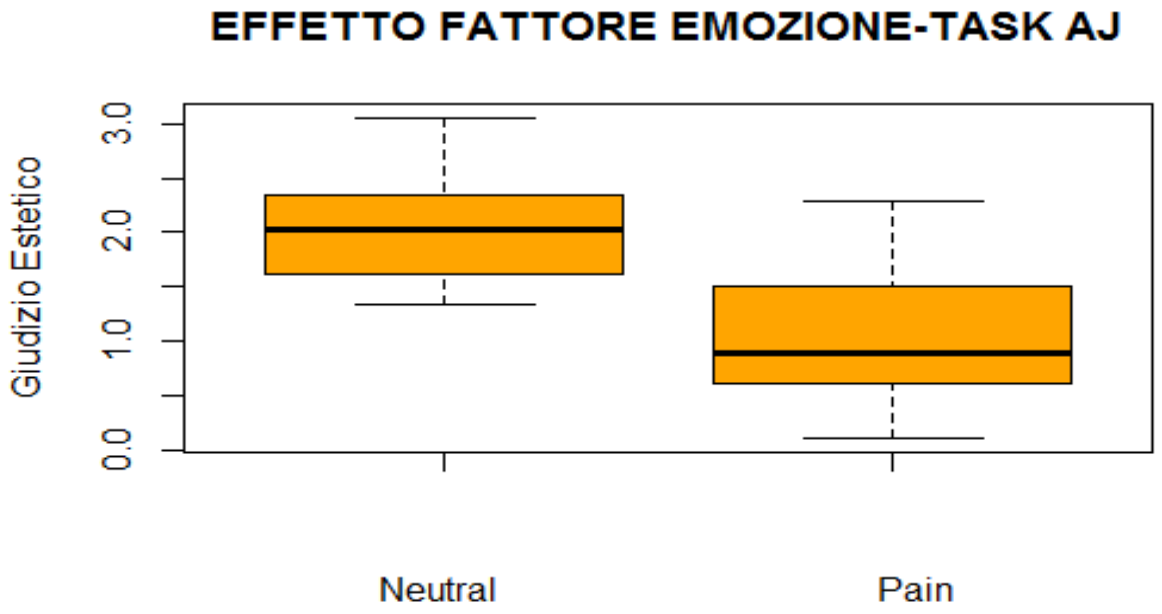

Figura 10. Effetto principale (p = 0.002) del fattore Emozione nel task AJ (giudizio estetico)

Correlazioni con scale

Dalle analisi è emersa una correlazione lineare di segno inverso tra il punteggio ottenuto dai partecipanti nella sottoscala *Personal Distress* dell'IRI Questionnaire ed il giudizio estetico attribuito agli stimoli artistici su entrambi gli oggetti d'arte, sia 'Neutral' (r_9= -0.682, p = 0.043) (Fig. 11) che 'Pain' (r_9= - 0.830, p = 0.006) (Fig. 12). In altre parole, ad alti punteggi di PD corrispondono punteggi più bassi assegnati agli stimoli artistici (categoria 'Art') durante l'attribuzione di un giudizio estetico.

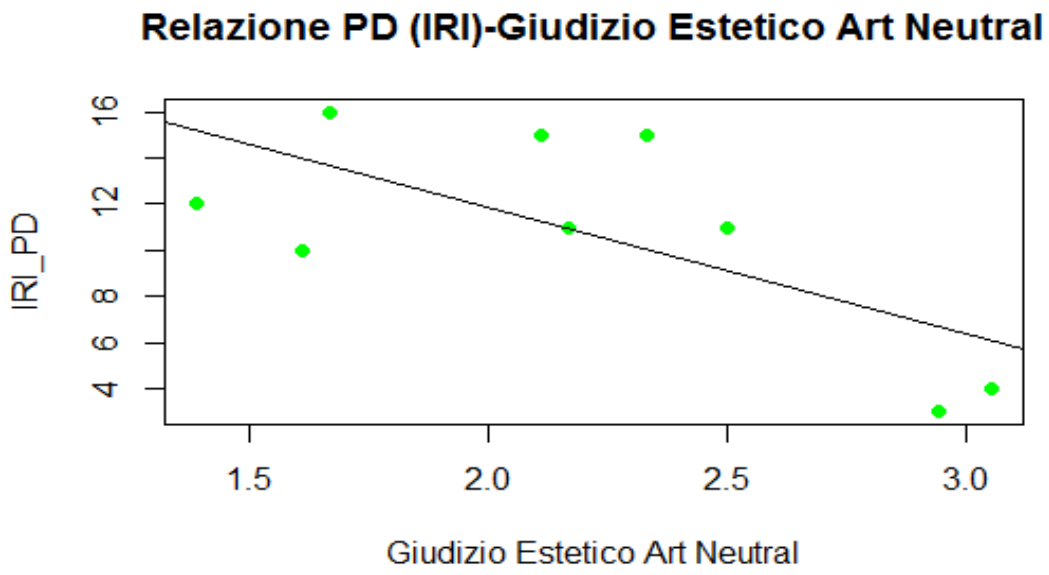

Figura 11. Correlazione lineare inversa tra punteggio ottenuto in *Personal Distess (PD)* e giudizio estetico attribuito agli stimoli della categoria 'Art Neutral'

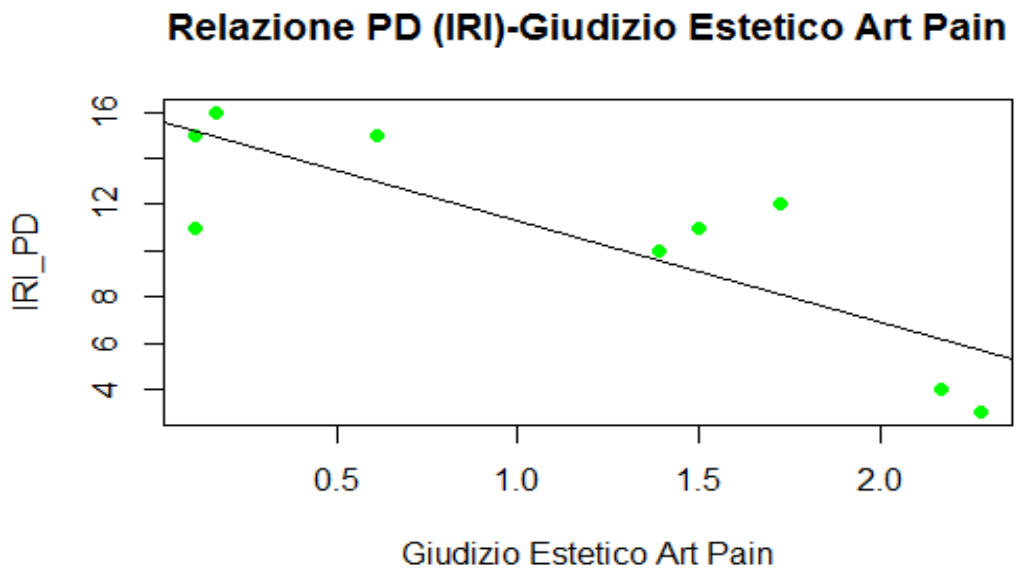

Figura 12. Correlazione lineare inversa tra il punteggio ottenuto in *Personal Distess* e il giudizio estetico attribuito agli stimoli della categoria 'Art Pain'.

Inoltre, le analisi di correlazione hanno evidenziato un'ulteriore correlazione lineare di segno inverso tra il punteggio ottenuto alla sottoscala DIF della TAS (*difficulty identifying feelings*) ed il punteggio assegnato agli stimoli 'Art Pain' (r_9 = -0.719; p = 0.029) (Fig. 13).

Ad alti punteggi al questionario, corrispondenti ad una maggiore difficoltà nell'identificazione emozionale, corrispondono giudizi estetici inferiori assegnati agli stimoli artistici raffiguranti espressioni dolorose (condizione sperimentale 'Art Pain').

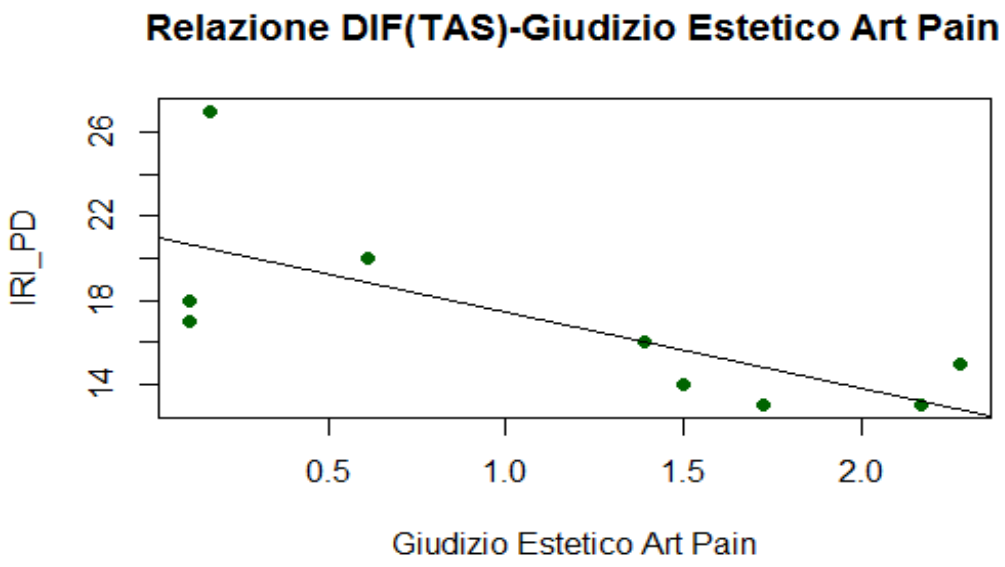

Figura 13. Correlazione lineare inversa tra il punteggio ottenuto alla sottoscala DIF della TAS (*difficulty identifying feelings)* e il giudizio estetico attribuito agli stimoli della categoria 'Art Pain'.

Task emotivo (EJ)

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute durante l'assegnazione del giudizio emotivo hanno evidenziato un effetto principale del fattore Emozione (Fig. 14) ($F_{(1,8)}$= 391,47 , p =.000).

La categoria di stimoli 'Pain' ha ottenuto punteggi significativamente superiori (M= 2.744, ES= 0,159) rispetto alla categoria di stimoli 'Neutral' (M=0.249, ES= 0.049) nel giudizio emotivo, a prescindere dall'Estetica.

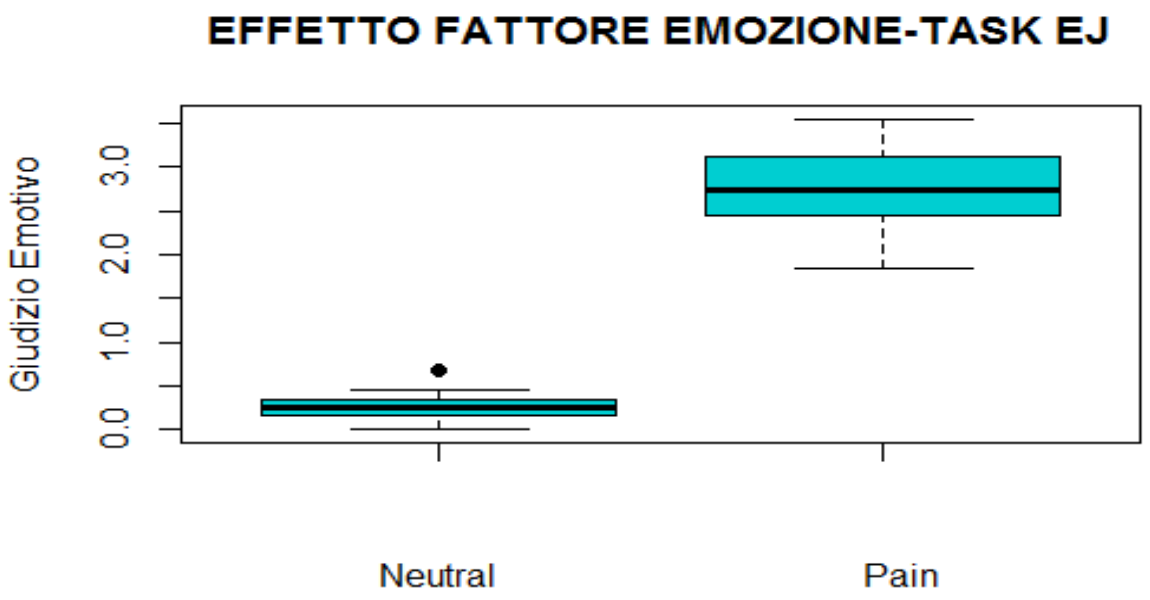

Figura 14: effetto principale (p =.000) del fattore Emozione nel task EJ (giudizio emotivo)

Correlazioni con scale

Dalle analisi di correlazione è emersa una correlazione significativa positiva (r_9=0.677, p= 0.045) tra il punteggio ottenuto al PCS (Pain Catastrophizing Scale; Sullivan, 1995) e la condizione Real Neutral durante l'attribuzione del giudizio emotivo (Fig. 15).

Ad alti punteggi al questionario PCS, indice di una tendenza del soggetto all'esagerazione e/o catastrofizzazione del dolore, corrisponde un'assegnazione di maggiore intensità di dolore durante la valutazione di stimoli 'Real Neutral'.

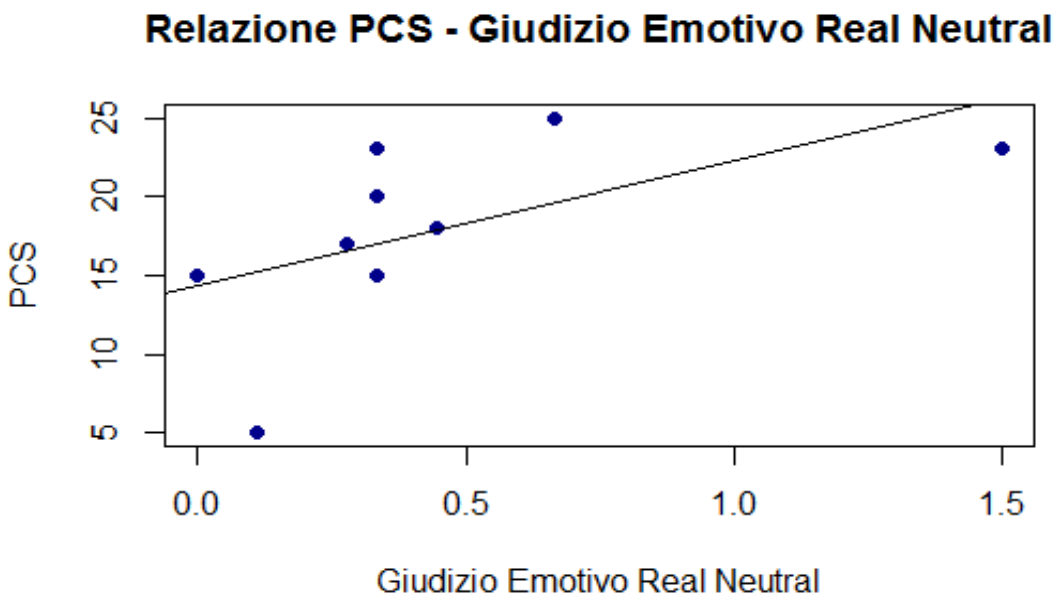

Figura 15. Correlazione positiva tra il punteggio ottenuto al PCS e il giudizio emotivo attribuito agli stimoli della categoria 'Real Neutral'.

4.2.2 Analisi dei movimenti oculari

È stata utilizzata l'ANOVA per misure ripetute, disegno 2 X 2 X 4, per analizzare i dati relativi alla durata e al numero delle fissazioni, separatamente. I fattori di variabilità presi in esame sono stati: il fattore Estetica (2 livelli: 'Art', 'Real'), il fattore Emozione (2 livelli: 'Neutral', 'Pain') ed il fattore AOI (4 livelli: *eye right, eye left, nose, mouth*).

Lo scopo dell'analisi è stato quello di rilevare la presenza di effetti significativi all'interno delle 4 condizioni sperimentali ('Art Neutral', 'Art Pain', 'Real Neutral', 'Real Pain') in termini di differenze nei pattern di esplorazione visiva utilizzati dai soggetti durante l'attribuzione del giudizio estetico (1° compito, AJ) e del giudizio emotivo (2° compito, EJ). Le analisi sono state condotte separatamente ed indipendentemente nei due compiti (AJ, EJ).

Il numero e la durata delle fissazioni dirette su ciascuna AOI sono stati normalizzati, attraverso trasformazione in arcoseno, rispettivamente per il numero totale e la durata totale delle fissazioni (fissazioni totali comprese quelle condotte al di fuori delle AOIs selezionate) campionate durante la presentazione di ogni stimolo, per ciascuna condizione.

Un ulteriore analisi è stata condotta sulla della durata totale delle fissazioni effettuate, a prescindere dalla specifica AOI allo scopo di rilevare quali fossero gli stimoli che venivano esplorati più a lungo. In questo caso l'ANOVA a misure ripetute includeva solamente due fattori a due livelli: (2 livelli: 'Art', 'Real') e Emozione (2 livelli: 'Neutral', 'Pain'). Sia la durata che il numero di fissazioni totale sono stati ottenuti dalla somma della durata e del numero di tutte le fissazioni normalizzate effettuate da ciascun soggetto su ogni AOI dello stimolo, per ciascuna condizione.

Per poter effettuare l'ANOVA sono stati controllati e soddisfatti, in ogni analisi, i prerequisiti necessari: la Normalità della distribuzione attraverso il test di Shapiro-Wilk e l'Indipendenza delle misure (Sfericità) attraverso il Test di Mauchly. Sono stati effettuati i confronti tra le medie

mediante i test post-hoc di Newman-Keuls. Quando la sfericità era violata sono stati riportati i valori corretti di Greenhouse-Geisser se Ɛ < .75, se, invece, Ɛ > .75 sono stati riportati i valori corretti di Huynh-Feldt.

Task estetico (AJ)

Numero fissazioni

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute hanno mostrato un effetto principale significativo del fattore AOI ($F_{(3,24)} = 5.9357$; $p = 0.0003$) (Fig. 16), tale per cui veniva effettuato un numero maggiore di fissazioni sull'*eye right* (M = 0.0223, ES = 0.034) e sull'*eye left* (M = 0.217, ES = 0.024) rispetto a *mouth* e *nose*, a prescindere dal fattore Estetica ed Emozione ($p_s < 0.029$). In altre parole, l'*Upper face* (emifaccia superiore) ottiene un numero significativamente maggiore di fissazioni rispetto alla *Lower face* (emifaccia inferiore) mentre non sono significative le lateralità degli occhi (p = 0.867) e non sono presenti differenze significative tra *mouth* e *nose* (p = 0.557).

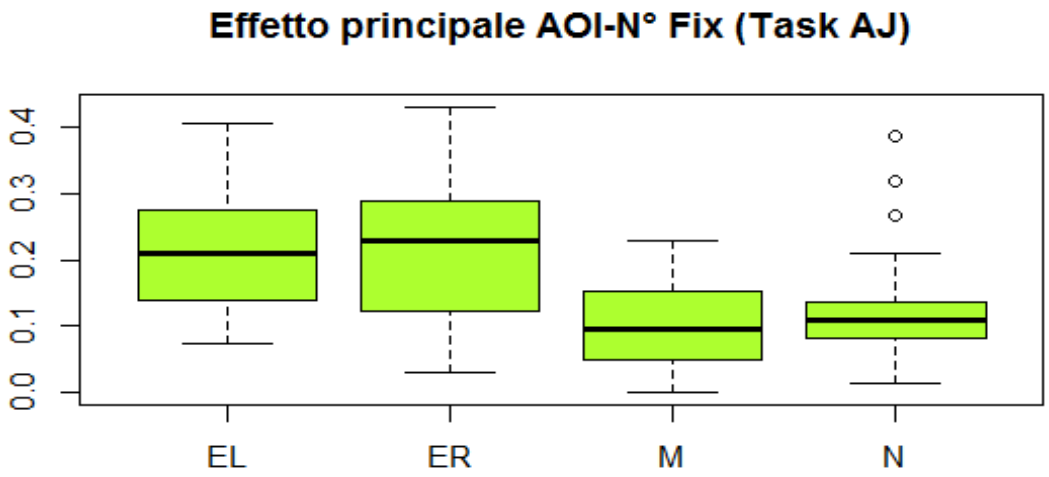

Figura 16. Effetto principale (p = 0.00035) AOI relativo al numero di fissazioni (task AJ) (*EL = eye left, ER = eye right, N = nose, M = mouth*). È risultata significativa la differenza tra il numero di fissazioni effettuate sulle AOI eye left e eye right rispetto a quelle eseguite sulle AOI *mouth* e *nose* (ps < 0.029).

I risultati dell'ANOVA hanno anche evidenziato una significativa interazione tra Emozione ed AOI ($F_{(3.24)} = 5.1754$; $p = 0.0067$) (Fig. 17).

Indipendentemente dal fattore Estetica, si conferma che *l'Upper face* (*eye right*, *eye left*), sia di stimoli Neutral che di stimoli Pain, viene interessata da un numero significativamente maggiore di fissazioni rispetto alla *Lower face* (*nose*, *mouth*) ($p_s < 0.0218$).

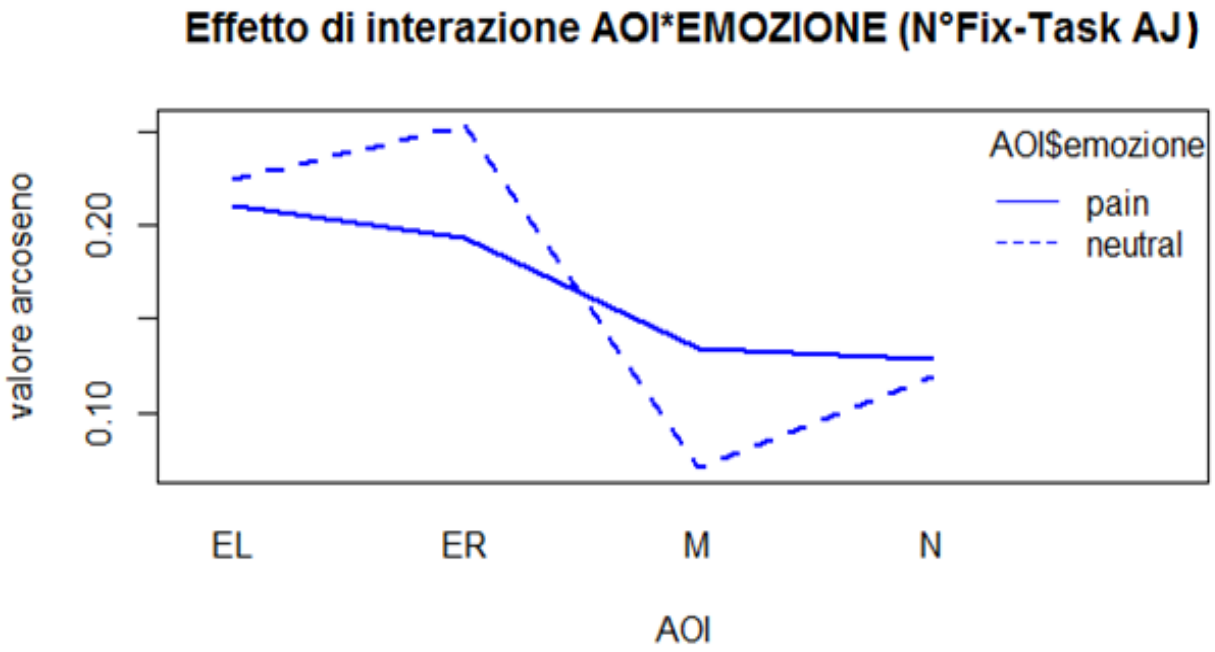

Figura 17. Effetto interazione ($p = 0.0067$) Emozione * AOI relativo al numero di fissazioni (task AJ) (EL = *eye left*, ER = *eye right*, N = *nose*, M = *mouth*). Le AOI *eye right* e *eye left*, sia di stimoli 'Neutral' che di stimoli 'Pain', sono interessate da un numero significativamente maggiore di fissazioni rispetto alle AOI *nose*, *mouth* (ps < 0.0218). L'AOI *mouth* dei 'Pain' ottiene più fisszioni dell'AOI *mouth* dei 'Neutral' ($p = 0.045$).

Inoltre si evidenzia un numero significativamente maggiore di osservazioni effettuate sull'AOI *mouth* degli stimoli 'Pain' (M = 0.133, ES = 0.022) rispetto all'AOI *mouth* degli stimoli 'Neutral' (M = 0.070, ES = 0.012) (p = 0.045) (Fig. 17).

Durata fissazioni

L'analisi della varianza a misure ripetute condotta sulla durata delle fissazioni non mette in luce differenze significative.

I soggetti guardavano tutte le AOI per lo stesso tempo a prescindere dal fattore Estetica ed Emozione.

Tuttavia è possibile evidenziare una tendenza di interazione tra i fattori Estetica ed Emozione ($F_{(1.8)}$ = 3. 8225, p = 0.08) (Fig. 18) in quanto le fissazioni presentavano una durata inferiore, sebbene fossero dello stesso numero, in tutte le AOI quando si osservavano gli stimoli di dolore realistico ('Real Pain') rispetto al dolore dipinto ('Art Pain').

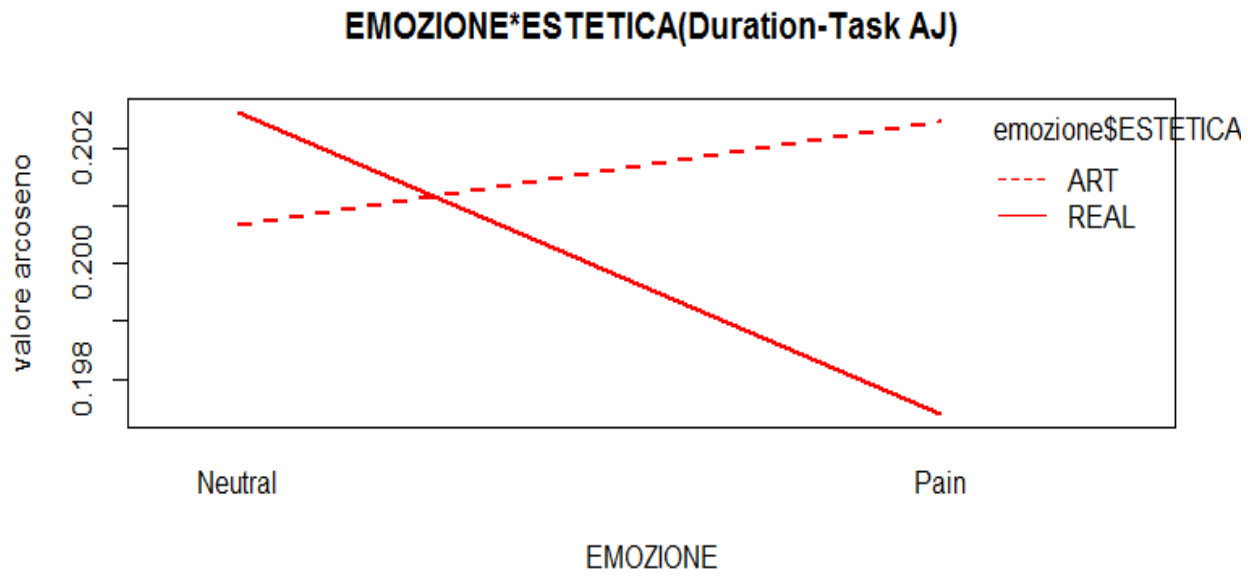

Figura 18. Tendenza di interazione (p = 0.08) Estetica * Emozione relativo alla durata (compito AJ)

Durata totale

Per quanto riguarda la durata totale delle fissazioni, a prescindere dalla specifica AOI, i risultati dell'ANOVA a misure ripetute (disegno 2 X 2) hanno mostrato un effetto significativo del fattore Emozione ($F_{(1,8)}$ = 6.323; p = 0.036) tale per cui venivano guardati significativamente più a lungo, durante l'attribuzione del giudizio estetico, i volti emotivi 'Pain' (M = 959.546, ES = 67.839) rispetto ai volti neutri 'Neutral' (M = 894.376, ES = 55.737), a prescindere dal fattore Estetica. (Fig. 19).

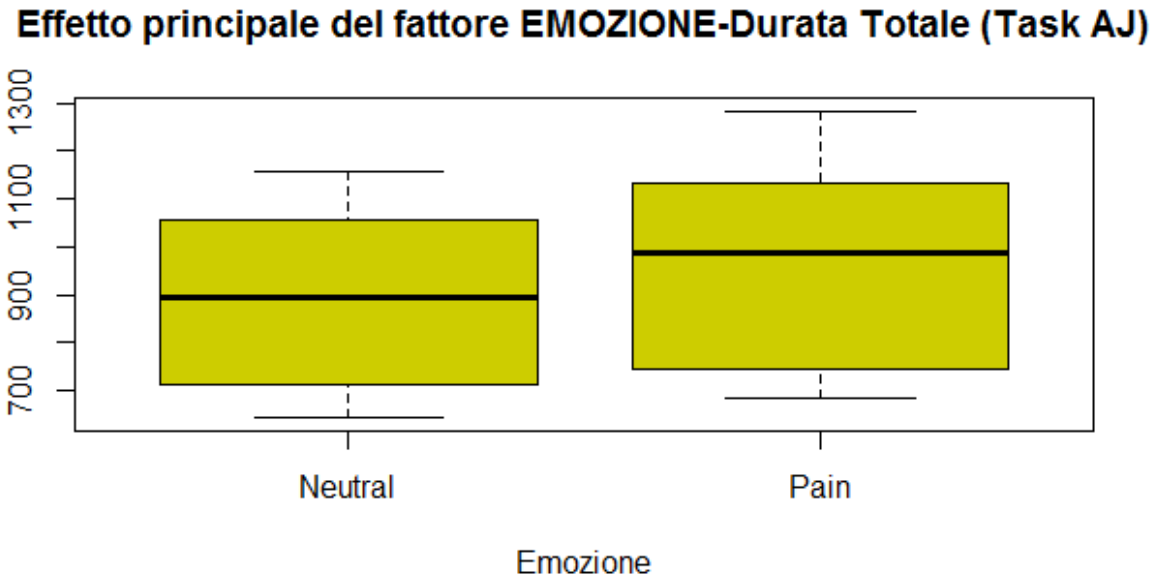

Figura 19: effetto principale (p = 0.036) del fattore Emozione relativo alla durata totale delle fissazioni (compito AJ).

Task emotivo (EJ)

Numero fissazioni

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute hanno mostrato un effetto principale significativo del fattore Estetica ($F_{(1.8)}$ = 8.9757, p = 0.017) tale per cui veniva effettuato un numero maggiore di

fissazioni sugli stimoli appartenenti alla condizione ‘Real’ (M = 0.181, ES= 0.010) rispetto agli stimoli appartenenti alla condizione ‘Art’ (M = 0.163, ES = 0.011), indipendentemente dall’emozione espressa (‘Neutral’ o ‘Pain’) (Fig. 20).

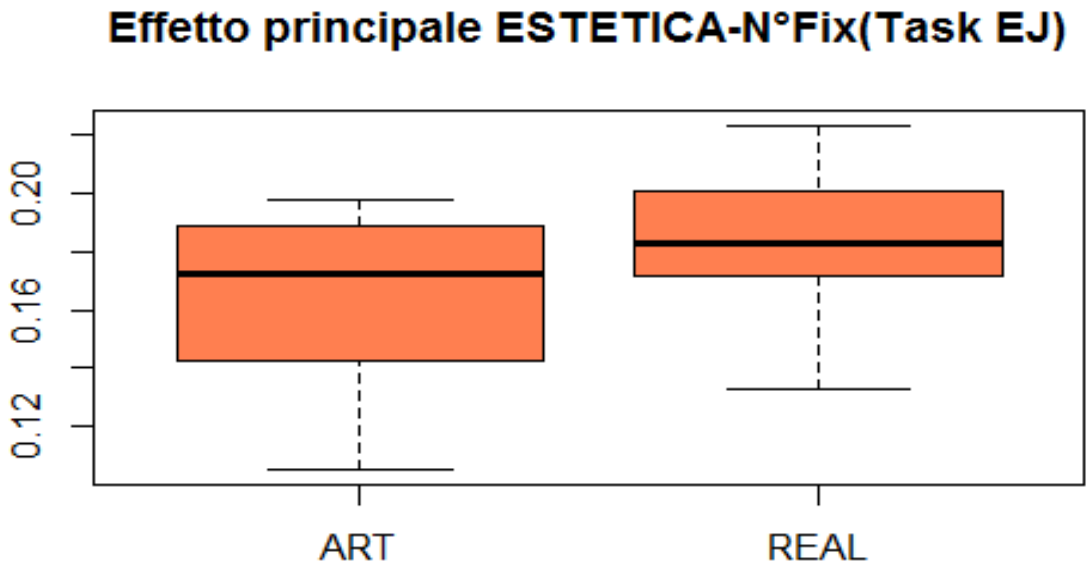

Figura 20. Effetto principale (p = 0.017) Estetica relativo al numero di fissazioni (task EJ)

I risultati hanno inoltre evidenziato un effetto di interazione significativo Emozione * AOI ($F_{(3.24)} = 6.349$; p = 0.025) (Fig. 21).

Dalle analisi post hoc è infatti emersa una differenza significativa (p= 0.029) tra il numero di fissazioni eseguite sull'*eye left* degli stimoli ‘Neutral’ (M = 0.246, ES = 0.031) rispetto al numero di fissazioni effettuate sull’*eye left* degli stimoli ‘Pain’ (M = 0.182, ES = 0.035) durante l’attribuzione del giudizio emotivo.

Inoltre, i soggetti eseguivano un maggior numero di fissazioni sull'AOI *mouth* degli stimoli 'Pain' (M = 0.148, ES = 0.036) rispetto all'AOI *mouth* degli stimoli 'Neutral' (M = 0.081, ES = 0.020) (p = 0.021) (Fig. 21).

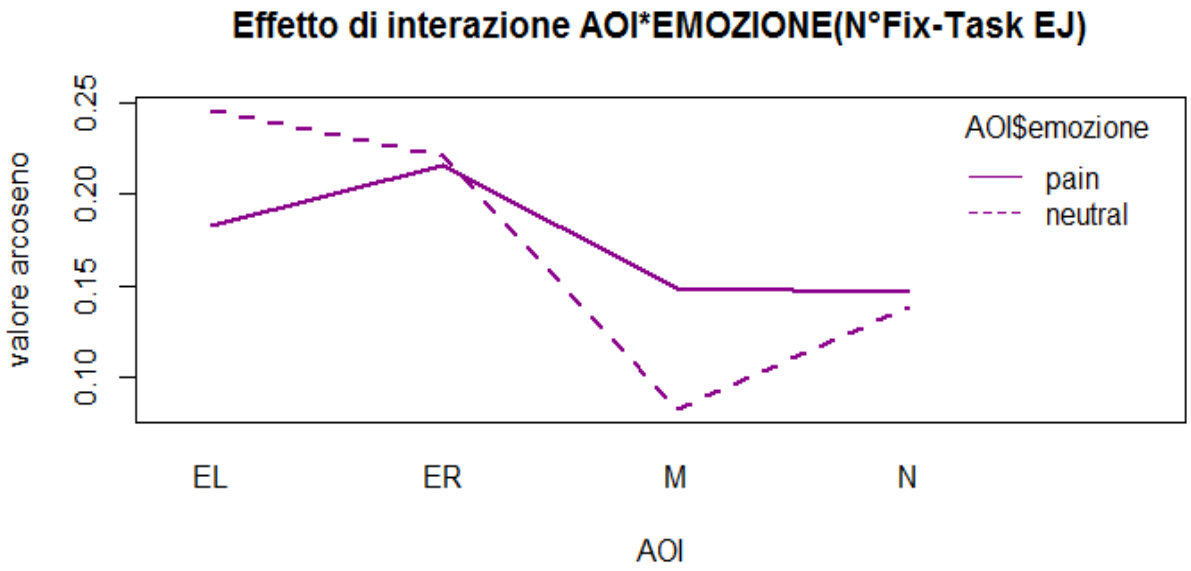

Figura 21: effetto interazione (p = 0.025) Emozione *AOI relativo al numero di fissazioni (task EJ). Sono significative le differenze nel numero di fissazioni ottenute tra l'AOI *eye left* dei 'Neutral' e l'AOI *eye left* dei 'Pain' (p= 0.029), quelle tra l'AOI *mouth* dei 'Pain' e l'AOI *mouth* dei 'Neutral' (p = 0.021). Inoltre, è presente una differenza altrettanto significativa tra il numero di fissazioni effettuate, negli stimoli 'Pain', tra l'AOI *eye right* e le AOI *nose* e *mouth* (ps < 0.013) e, nei 'Neutral', tra l'AOI *eye left* e le AOI *nose* e *mouth* (ps < 0.001).

In aggiunta, durante l'esplorazione degli stimoli 'Pain' i risultati hanno evidenziato un maggior numero di fissazioni effettuate sull'*eye right* (M = 0.215, ES = 0.036), significativamente diverso da *nose* (M = 0.146, ES = 0.026) e *mouth* (M = 0.148, ES = 0.036) (p_s < 0.013) (Fig.21).

Durante l'esplorazione di stimoli 'Neutral', al contrario, i soggetti hanno compiuti un maggior numero di fissazioni sull'*Upper face*, in particolare sull' AOI *eye left* (M = 0.246, ES = 0.031),

significativamente diverso dall'AOI *nose* (M = 0.137, ES = 0.031) e dall'AOI *mouth* (M= 0.081, ES = 0.020) ($p_s < 0.001$) (Fig. 21).

Infine, i risultati hanno mostrato un effetto di interazione significativo Estetica * Emozione * AOI ($F_{(3.24)} = 7.436$, p = 0.001) (Fig. 22).

I contrasti post-hoc non sono stati in grado di evidenziare differenze significative tra la condizione 'Art' e 'Real' AOI per AOI.

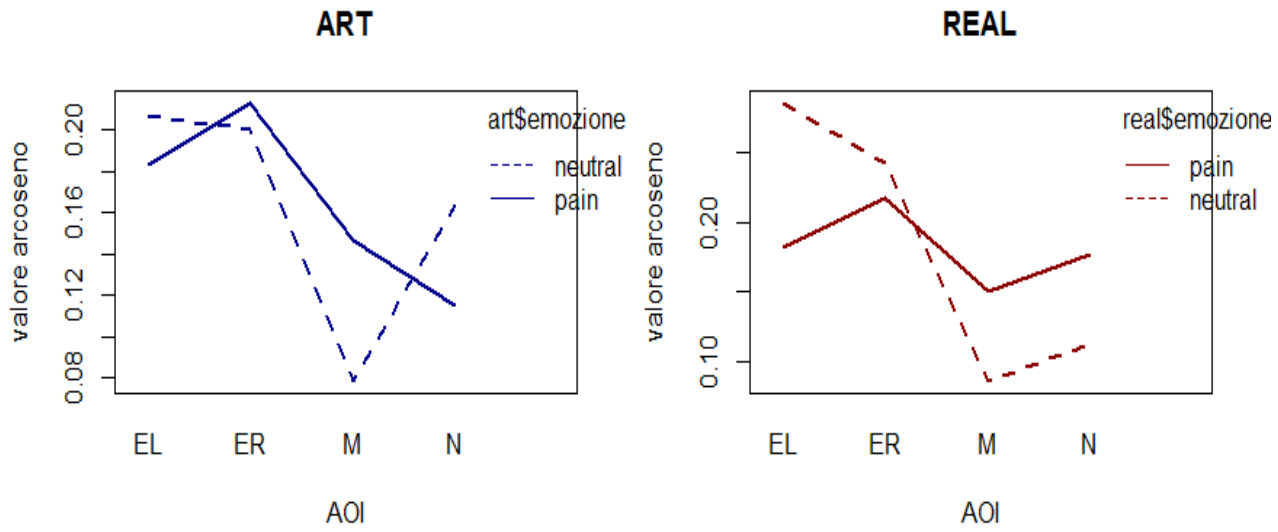

Figura 22. Effetto interazione (p = 0.001) Estetica * Emozione * AOI relativo al numero di fissazioni (task EJ).

<u>*Durata fissazioni*</u>

I risultati dell'ANOVA a misure ripetute hanno mostrato un effetto principale significativo del fattore Estetica ($F_{(1.8)} = 6.902$, p = 0.03) tale per cui la durata delle fissazioni effettuate sugli stimoli appartenenti alla categoria 'Art' (M = 0.204, ES = 0.001) era significativamente maggiore rispetto alla durata delle fissazioni eseguite sugli stimoli della categoria 'Real' (M = 0.198, ES = 0.002) (Fig. 23).

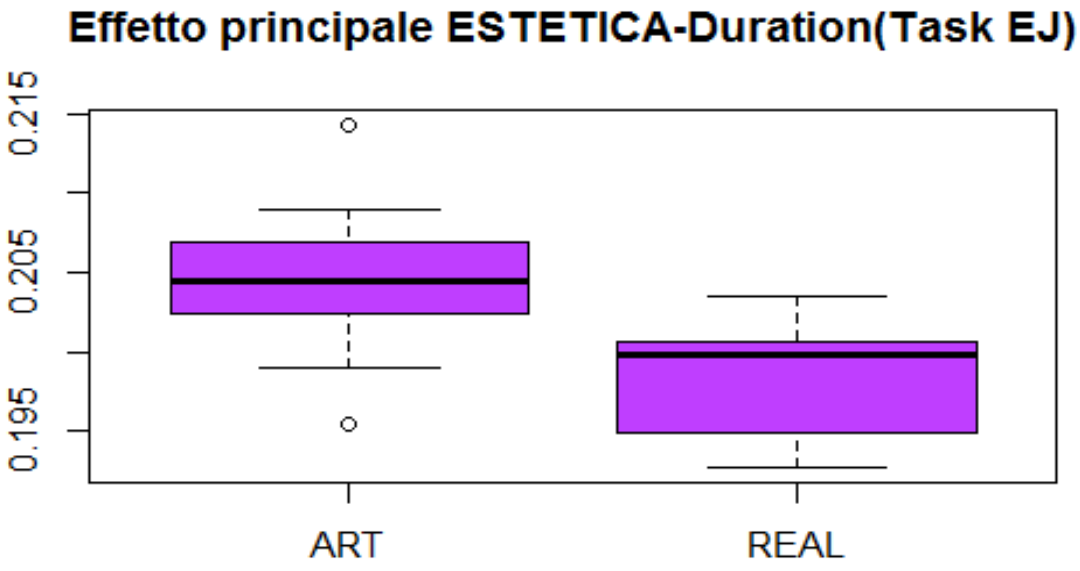

Figura 23. Effetto principale (p = 0.03) Estetica relativo alla durata delle fissazioni (task EJ)

Confronto tra task estetico (AJ) e task emotivo (EJ)

Per il confronto sulla durata e sul numero di fissazioni totale (ottenuti dalla somma della durata e del numero di tutte le fissazioni effettuate sullo stimolo da ciascun soggetto, per ciascuna emozione) tra i due task, sono stati presi in esame come fattori di variabilità: l'Estetica (2 livelli: 'Art', 'Real'), l'Emozione (2 livelli: 'Neutral', 'Real') e il Task (2 livelli: AJ, EJ).

E' stata condotta un'ANOVA a misure ripetute, disegno 2 X 2 X 2.

Per poter effettuare l'ANOVA a misure ripetute sono stati controllati e soddisfatti i prerequisiti necessari: la Normalità della distribuzione attraverso il test di Shapiro-Wilk e l'Indipendenza delle misure (Sfericità) attraverso il Test di Mauchly.

Sono stati effettuati i confronti tra le medie mediante i test post-hoc di Newman-Keuls.

Quando la sfericità era violata sono stati riportati i valori corretti di Greenhouse-Geisser se $\varepsilon < .75$, se, invece, $\varepsilon > .75$ sono stati riportati i valori corretti di Huynh-Feldt.

Numero fissazioni

Dall'ANOVA a misure ripetute relativa al numero di fissazioni eseguite sui due diversi task non sono emersi risultati statisticamente rilevanti.

Durata fissazioni

I risultati dell'ANOVA hanno mostrato un effetto significativo dell'interazione Task * Estetica ($F_{(1,8)} = 15.051$; $p = 0.00468$) tale per cui si conferma quanto visto nelle analisi precedenti: nel task EJ venivano guardati più a lungo gli stimoli appartenenti alla categoria 'Art' (M= 970.525, ES = 83.8562) rispetto agli stimoli appartenenti alla categoria 'Real' (M = 904.434, ES = 81.7590) ($p = 0.014$) (Fig. 24).

A questo dato si aggiunge una differenza significativa nella durata delle fissazioni eseguite nei due task su stimoli 'Art'.

I contrasti post-hoc infatti evidenziano che gli stimoli appartenenti alla categoria 'Art' sono osservati più a lungo nel task EJ (M = 970.525, ES = 83.8562) rispetto agli stimoli 'Art' nel task AJ (M = 916.084, ES = 61.9329) (p = 0.038) (Fig. 24).

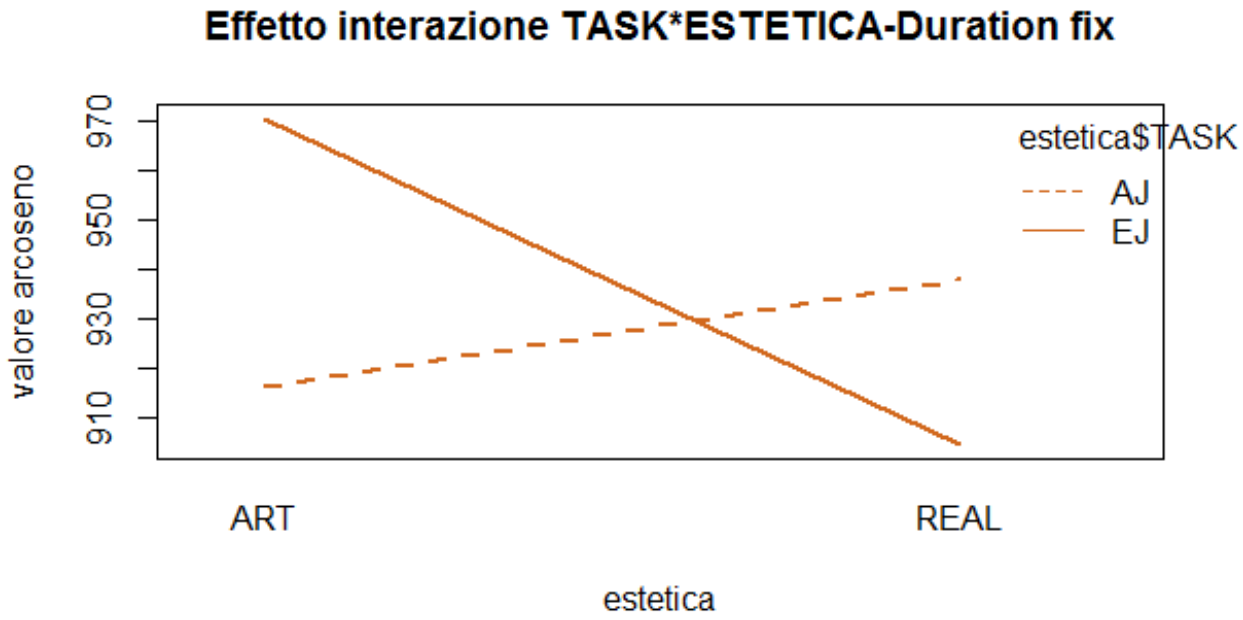

Figura 24. Effetto interazione (p = 0.00468) Task * Estetica relativo alla durata delle fissazioni (confronto AJ e EJ). Sono significative le differenze riscontrate nella durata delle fissazioni effettuate sugli stimoli 'Art' nel task AJ rispetto a quelle effettuate sugli stimoli 'Art' nel task EJ (p = 0.038). Inoltre, si conferma che nel Task EJ vengono osservati più a lungo gli stimoli 'Art' rispetto ai 'Real' (p = 0.014).

Analisi qualitativa sulle prime fissazioni per AOI e Condizione

In quest'Analisi sono state incluse tutte le prime fissazioni effettuate all'interno di ogni AOI, per ciascuna condizione ('Art Neutral', 'Art Pain', 'Real Neutral', 'Real Pain'); sono stati quindi esclusi i *Content*, i dati riguardanti le fissazioni effettuate dai soggetti al di fuori delle AOIs.

Per ogni condizione è stato calcolato il totale complessivo di prime fissazioni. Successivamente, sempre per ogni condizione, è stata calcolata qual era la percentuale di prime fissazioni che interessava ciascuna AOI.

Task estetico (AJ)

Dall'Analisi qualitativa sulle prime fissazioni, effettuate durante l'attribuzione del giudizio estetico, i risultati hanno evidenziato che l'AOI maggiormente interessata dalla prima fissazione è l'*eye left*, indipendentemente dal fattore Condizione (4 livelli, 'Art Neutral', 'Art Pain', 'Real Neutral', 'Real Pain') (Fig. 25).

In percentuale rispetto al totale delle fissazioni eseguite all'interno delle AOIs, le prime fissazioni eseguite sull'*eye left* sono state rispettivamente: 42 % per 'Art Neutral', 47 % per 'Art Pain', 50% per 'Real Neutral' e 41% per 'Real Pain' (Fig. 25).

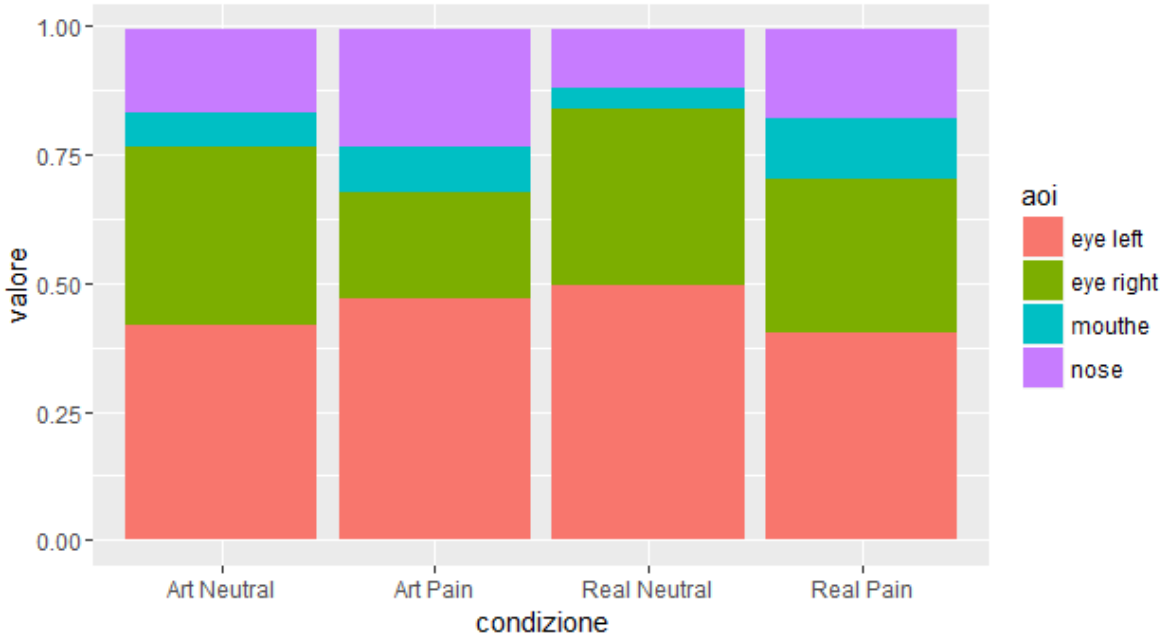

Figura 25: Analisi qualitativa sulle prime fissazioni (Task estetico, AJ)

Task emotivo (EJ)

L'Analisi qualitativa sulle prime fissazioni, durante l'attribuzione del giudizio emotivo, ha evidenziato che l'area maggiormente coinvolta dalle prime fissazioni per le condizioni 'Art Neutral' e 'Real Pain' è l'*eye left*, interessato rispettivamente dal 41% di prime fissazione nella prima condizione e dal 42% nella seconda. Per la condizione 'Real Neutral' è invece l'*eye right* l'area ad essere stata interessata maggiormente (per il 52%) dalla prima fissazione di ciascun soggetto. Non sono invece presenti preferenze oculari tra *eye right* (31%) ed *eye left* (32%) nella prima fissazione durante l'osservazione di stimoli appartenenti alla condizione 'Art Pain'. (Fig. 26).

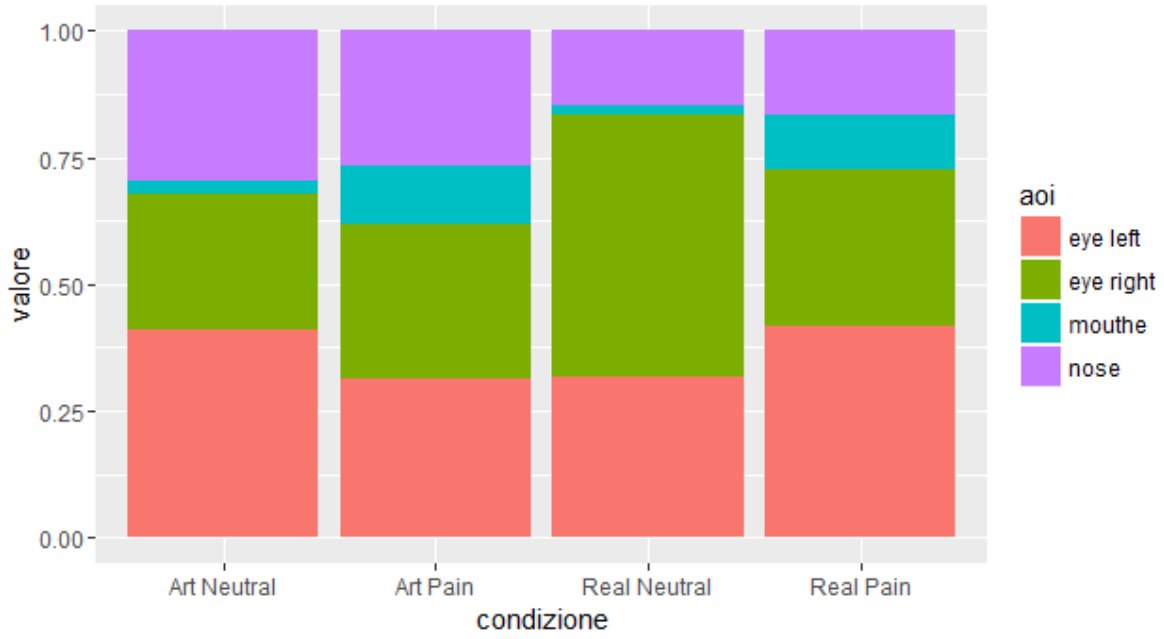

Figura 26: Analisi qualitativa sulle prime fissazioni (Task emotivo, EJ)

4.3 Discussione

Le espressioni del volto veicolano informazioni importanti nella comunicazione interpersonale di emozioni ed intenti (Proverbio e coll., 2014; Gu e coll., 2013; Vassallo, 2009). Nella presente dissertazione abbiamo indagato come queste venissero percepite ed analizzate utilizzando la tecnologia di analisi dei movimenti oculari. In particolare, abbiamo esaminato i pattern di esplorazione visiva che intervengono nell' osservazione di espressioni facciali di dolore.

Le strategie adottate nell'analisi del viso e delle sue espressioni, infatti, possono fornirci molteplici spiegazione relative a quali processi cognitivi e percettivi sono coinvolti nel processamento facciale. La strumentazione *eye-tracker* ci ha permesso di focalizzare l'analisi dei dati su porzioni ristrette del volto, definite AOI (*Areas of Interest*).

Quando osserviamo uno stimolo facciale, la nostra attenzione si concentra per la maggior parte delle fissazioni sugli occhi, sul naso e sulla bocca; circa il 70% delle fissazioni sono concentrate sugli occhi (Sullivan e coll., 2007; Walker-Smith e coll., 1977). Per questo motivo, occhi, naso e bocca sono le AOI che sono state scelte per l'analisi dei movimenti oculari nel nostro studio.

Le AOIs sono state etichettate considerando la prospettiva dell'osservatore; in questo senso le AOIs *eye left* ed *eye right* si riferiscono, rispettivamente, all'occhio posto a sinistra e all'occhio posto a destra dalla prospettiva di chi esplora le immagini.

Quando un individuo esperisce dolore, la possibilità di esibire un'espressione facciale coerente all'esperienza interna permette di segnalare e condividere all'esterno la dimensione privata di quest'esperienza; questo avviene richiamando l'attenzione altrui ed elicitando negli altri sentimenti di empatia e comportamenti di tipo altruistico (Botvinick e coll., 2005; Williams e coll., 2002). In letteratura sono limitati gli studi che hanno indagato i meccanismi di esplorazione visiva che intervengono nell'analisi di volti che esprimono dolore. Una parte di questi, tuttavia,

ha dimostrato che i soggetti più sensibili al dolore altrui tendono a disingaggiare precocemente l'attenzione dagli stimoli a valenza negativa, ad esempio da volti sofferenti, e ad evitare di eseguire le prime fissazioni su questi (Bannerman e coll., 2009; Eccleston e coll., 1999, Vervoort e coll., 2011; Priebe e coll., 2015). Questo evitamento attenzionale potrebbe rispecchiare una strategia adattativa di regolazione emotiva, necessaria per prevenire inutili sensazioni negative e dannose per il benessere dell'individuo (Asmundson e coll., 1997; Khatibi e coll., 2009).

Infine, riguardo alla sperimentazione in estetica, per diverso tempo lo studio dei pattern oculomotori è stato utilizzato come strumento per la valutazione qualitativa delle opere artistiche. Secondo la prospettiva dell'*Embodied Simulation*, invece, l'esperienza artistica vissuta dal fruitore non va confinata nel suo apprezzamento, bensì fonda le sue radici nella simulazione automatica delle emozioni, delle sensazioni e delle azioni evocate dall'opera d'arte.

Secondo l'ipotesi di Gallese e Freedberg è attraverso questi meccanismi, e in quelli della simulazione del 'gesto dell'artista' (Gallese & Freedberg, 2007) che emerge l'empatia nell'esperienza estetica. Il giudizio estetico, infine, riflette l'aspetto più cognitivo della relazione che viene stabilita tra il il fruitore e l'opera d'arte che risponde alla domanda 'Quanto è bella?' (Gallese e coll., 2012¸ Massaro e coll., 2012; Di Dio e coll., 2009).

Lo scopo della presente dissertazione è stato quello di analizzare se il coinvolgimento di soggetti naïf in giudizi di natura estetica o emotiva su immagini di espressioni facciali di dolore comportasse pattern di esplorazione visiva differenti delle immagini in oggetto, a seconda della loro natura (artistica o meno) e del loro contenuto emotivo (dolore o neutro).

Si era inoltre interessati a valutare quanto i giudizi estetici ed emotivi esplicitamente espressi dagli osservatori naïf potessero risentire della natura artistica ed emotiva delle immagini proposte e quanto influenzassero i pattern stessi di esplorazione visiva.

Per questo motivo ad un gruppo di 9 soggetti è stato presentato un pool di 24 stimoli raffiguranti volti di uomini tratti da opere d'arte pittoriche ('Art') e fotografie non artistiche ('Real') che potevano rappresentare espressioni neutre o di dolore fisico.

I partecipanti erano chiamati a formulare due giudizi differenti sulle immagini presentate: durante il compito estetico (AJ) essi dovevano esprimere in una scala da 0 a 4 quanto ritenessero bella l'immagine; durante il compito empatico (EJ) gli stessi partecipanti erano chiamati a formulare un giudizio sull'intensità del dolore espresso nelle immagini presentate su di una scala da 0 a 4.

Procedendo da alcune evidenze scientifiche in cui è stato osservato che le immagini a valenza negativa, come le espressioni di dolore utilizzate nel nostro studio, vengono giudicate come esteticamente più belle se categorizzate come opere d'arte (Gerger e coll., 2014), ci aspettavamo di evidenziare un giudizio estetico significativamente maggiore per le immagini di natura artistica ed in particolare per le espressioni artistiche di dolore.

In altre parole ritenevamo che la connotazione di "bello" per oggetti artistici potesse scollarsi dalla valenza dell'oggetto stesso. Ancor più, nel caso di immagini artistiche a valenza negativa, ci immaginavamo che il giudizio di bellezza estetica risentisse, quantomeno in parte, dalla capacità dell'autore di trasmettere l'estrema negatività, in questo caso l'estremo dolore, del soggetto riportato e che quindi giudizi estetici maggiori fossero attribuiti ad immagini artistiche di dolore, rispetto ad immagini non artistiche della medesima espressione negativa.

Conosciamo tutti l'esperienza di terrore profondo che possiamo esperire durante la fruizione ad esempio della "Strage degli Innocenti" di Rubens o il disgusto viscerale suscitato dalla carcassa ritratta nel "Bue macellato" di Rembrandt. Siamo fortemente attratti da tali opere proprio in virtù della loro capacità di indurre in noi emozioni estremamente spiacevoli ed è in base a questa loro potenzialità comunicativa che spesso giudichiamo un'opera d'arte come esteticamente bella.

Contrariamente a quanto atteso per quanto riguarda il giudizio estetico (Task AJ), i dati comportamentali ci hanno indicato che i volti emotivamente neutri (sia artistici che non) erano giudicati come esteticamente più belli dei volti la cui espressione era dolorosa.

Non si verifica quindi l'attesa supremazia delle immagini artistiche su quelle non artistiche, né un giudizio estetico significativamente maggiore per volti artistici esprimenti dolore rispetto a volti non artistici esprimenti la medesima sensazione.

Sicuramente, come asseriscono alcune teorie estetiche, gli stati emotivi di base che vengono elicitati durante la fruizione estetica, come la piacevolezza o nel nostro caso il dolore, giocano un ruolo fondamentale nella formazione del giudizio estetico dell'agente (Xenakis e coll., 2012; Guyer, 2003, 2008; Matravers & Levinson, 2005; Ginsborg, 2003; Iseminger, 2003; Matravers, 2003; Cupchik, 1995; Kant, 1914).

Gli individui rispondono all'osservazione delle immagini e ne giudicano la piacevolezza sulla base degli stati emotivi che emergono dall'interazione con esse (Schwarz, 2000). È quindi possibile che lo stato emotivo spiacevole che viene elicitato dall'osservazione di volti di dolore possa influenzare la piacevolezza estetica percepita nell'immagine e ridurre, in tal modo, il punteggio estetico assegnato alla categoria di stimoli 'Pain'.

Tale interpretazione è supportata dalla significativa correlazione lineare inversa tra la scala PD (*Personal Distress*) dell'IRI, e il giudizio estetico attribuito agli stimoli artistici 'Art' (sia Neutral che Pain) dimostrata nella presente dissertazione. In altre parole, a punteggi elevati di Personal Distress corrispondono a punteggi inferiori di gradimento estetico nei confronti dei volti dipinti. La sottoscala del Personal Distress misura quanto l'essere spettatore di esperienze spiacevoli o dolorose altrui possa provocare un senso di sconforto e di ansietà.

I dati qui presentati dimostrano che questa caratteristica individuale influenza negativamente il gradimento estetico che viene attribuito alle espressioni sia emotivamente neutre che di dolore rappresentate nell'opera d'arte.

Sebbene questa interpretazione teorica sia fondamentalmente opposta all'ipotesi da cui eravamo partiti, sia in un caso che nell'altro, possiamo confermare quanto il contenuto emotivo veicolato dall'opera influenzi il giudizio estetico sull'opera stessa ancor più della sua natura artistica o non artistica. Questo evidenzia come tale giudizio, lungi dall'essere un mero esercizio formale e rigoroso, sia in realtà invischiato con processi di più "basso" livello come appunto quelli emotivi.

Conoscendo i meccanismi attraverso i quali i contenuti emotivi vengono trasmessi agli osservatori, di cui i meccanismi *mirror* sono sicuramente i più basilari, automatici e preverbali, possiamo ipotizzare che tale invischiamento sia quantomeno in parte veicolato da meccanismi di tale natura. Questa conclusione non si presta ad essere ancora compiutamente confermata, come detto in introduzione sono mancanti rigorose indagini scientifiche sull'argomento, ed in parte esula dalle conclusioni che è possibile trarre dai presenti dati preliminari. Future e più compiute investigazioni sperimentali sono chiamate ad affrontare questo punto.

Un secondo aspetto interessante evidenziato tramite l'analisi dei giudizi espliciti rilasciati durante il task estetico (AJ), che sottolinea ulteriormente la stretta relazione tra aspetti emotivi e giudizio estetico, è una correlazione di segno inverso tra il punteggio ottenuto alla sottoscala DIF (*difficulty identifying feelings*) della TAS ed il punteggio assegnato agli stimoli 'Art Pain'; tale per cui ad alti punteggi al questionario, corrispondenti ad una maggiore difficoltà nell'identificazione emozionale, corrispondono giudizi estetici inferiori assegnati agli stimoli artistici raffiguranti espressioni dolorose (condizione sperimentale 'Art Pain').

In linea con i nostri risultati altre evidenze sperimentali (Giannini e coll., 2013) hanno confermato l'impatto dei tratti di personalità, come quello alessitimico, sulla preferenza e la

valutazione estetica. L'obiettivo degli studi di Giannini e coll. (2013) era quello di indagare il ruolo dell'Alessitimia nell'apprezzamento di un artefatto artistico e di esaminare l'influenza dell'abilità di regolazione emotiva sul giudizio estetico. In accordo con i nostri risultati, mentre i soggetti senza deficit di regolazione emotiva assegnavano punteggi di gradimento estetico più elevati alle immagini ad elevato impatto emotivo, al contrario, i soggetti con Alessitimia apprezzavano maggiormente le immagini raffiguranti un'emotività inibita (Giannini e coll., 2013).

Quanto detto nei precedenti paragrafi a riguardo dei presenti dati e della letteratura ad oggi presente, non toglie che anche gli aspetti semantici di una rappresentazione artistica (ad esempio il suo contenuto; umanistico, naturalistico, astratto) oltre a quelli emotivi, possono incidere sul grado di piacevolezza che le viene attribuita (Graham e coll., 2010). È quindi importante sottolineare una possibile ipotesi alternativa in accordo alla quale immagini a contenuto spiacevole potrebbero essere apprezzate in misura minore rispetto alle immagini a contenuto neutro.

Riguardo i giudizi espliciti ottenuti durante il Task EJ, come atteso e prevedibile, gli stimoli esprimenti espressioni di dolore erano valutati come caratterizzati da maggiori intensità di dolore rispetto agli stimoli raffiguranti espressioni neutre.

Inoltre, è emersa una correlazione lineare positiva tra il punteggio ottenuto al PCS (Pain Catastrophizing Scale; Sullivan, 1995) e i giudizi condotti sugli stimoli non artistici neutri. Nello specifico, ad alti punteggi al questionario PCS, indice di una tendenza del soggetto all'esagerazione e/o catastrofizzazione del dolore, corrisponde un'assegnazione di maggiore intensità di dolore durante la valutazione dei volti realistici emotivamente neutri.

In linea con questo risultato alcuni autori (Vervoort e coll., 2013, Duckworth e coll., 2002; Tran e coll., 2011) hanno proposto che i pattern attenzionali dei soggetti ad alta tendenza alla

catastrofizzazione e ad elevata sensibilità al dolore potrebbero riflettere un *bias* implicito nell'interpretazione dei volti ad emotività neutra come altrettanto comunicativi di una condizione di pericolo.

Presentando insieme espressioni dolorose ed emotivamente neutre, quest'ultime potrebbero essere interpretate come contenenti informazioni di carattere doloroso e sarebbero quindi elaborate come tali dagli individui inclini ad interpretazioni negative di stimoli in realtà innocui (Carrol e coll., 2011, Liossi e coll., 2012). In questo modo i soggetti inclini alla catastrofizzazione potrebbero interpretare un'espressione neutra come maggiormente dolorosa rispetto a individui a bassa tendenza a catastrofizzare. (Vervoort e coll., 2013).

Rivolgiamo ora la nostra attenzione ai dati oculometrici raccolti durante i task AJ ed EJ. I dati relativi alla registrazione dei movimenti oculari, per il giudizio estetico (Task AJ), hanno mostrato che per quanto riguarda il numero delle fissazioni l'esplorazione visiva era indirizzata principalmente, sia nei volti neutri che di dolore, verso i due occhi ('*eye left'*, '*eye right'*) (Fig. 27, 28).

Questi risultati sono concordi con i lavori presenti in letteratura (e.g., Walker-Smith e coll., 1977; Sullivan e coll., 2007; Hsiao e coll., 2008; Vassallo e coll., 2009; Guo, 2012a); quando osserviamo uno stimolo facciale, infatti, circa il 70% delle fissazioni sono concentrate sugli occhi (Sullivan e coll., 2007; Hsiao & Cottrell, 2008; Walker-Smith e coll., 1977).

I soggetti esploravano, inoltre, la regione della bocca e del naso, ma in misura minore. In particolare, la regione della bocca nelle espressioni di dolore era interessata da un numero significativamente maggiore di fissazioni rispetto alla bocca dei volti emotivamente neutri. Questo risultato dimostra la rilevanza della bocca nella comunicazione e nel riconoscimento dell'espressione di dolore, rilevanza trascurabile durante l'elaborazione di un volto emotivamente neutro.

A titolo descrittivo in figura 27 e 28 possiamo apprezzare, il percorso di scansione visiva tipica effettuato da un singolo soggetto durante la visualizzazione degli stimoli proposti nel presente studio. Si noti la rilevanza delle regioni oculari dei volti e della predominanza della regione della bocca per espressioni di dolore.

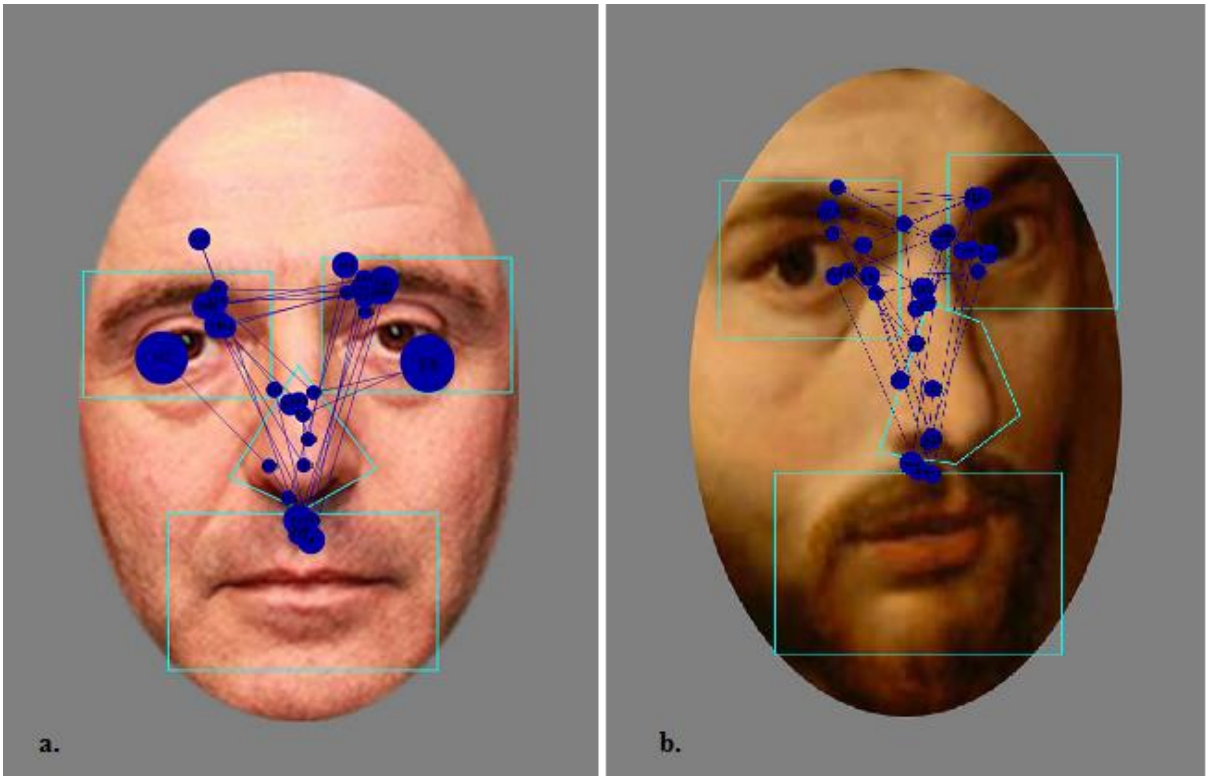

Figura 27. a) Esempi di stimoli ritraenti un'espressione facciale emotivamente neutra realistica (a) ed artistica (b). Si noti che l'attenzione visiva è indirizzata principalmente verso gli occhi mentre sono ridotte le fissazioni effettuate sulla regione della bocca. Ogni cerchio corrisponde ad una fissazione definita in base ai criteri menzionati nel capitolo IV (par. 4.1.4); la dimensione dei cerchi è proporzionale alla durata delle fissazioni. I rettangoli azzurri corrispondono alle AOIs relative allo stimolo ed incluse nell'analisi.

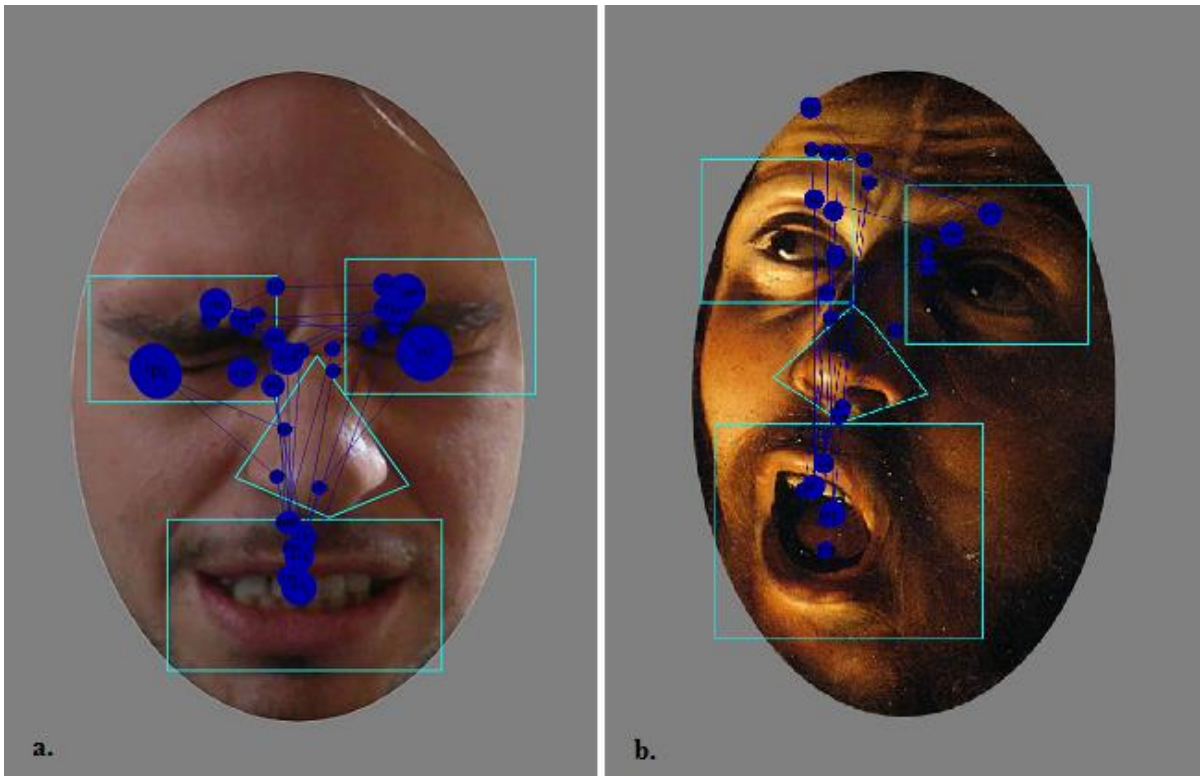

Figura 28. Esempi di stimoli ritraenti un'espressione facciale di dolore realistica (a) ed artistica (b). Si noti che l'attenzione visiva è indirizzata principalmente verso gli occhi ma sono presenti diverse fissazioni anche nella regione della bocca. Ogni cerchio corrisponde ad una fissazione definita in base ai criteri menzionati nel capitolo IV (par. 4.1.4); la dimensione dei cerchi è proporzionale alla durata delle fissazioni. I rettangoli azzurri corrispondono alle AOIs relative allo stimolo ed incluse nell'analisi.

Per quanto riguarda la durata delle fissazioni, invece, a parità di numero delle fissazioni eseguite, la durata delle fissazioni nel task estetico (AJ) tendeva ad essere maggiore durante l'esplorazione delle espressioni di dolore dipinte ('Art Pain') piuttosto che di quelle realistiche ('Real Pain'). La valutazione estetica dell'immagine potrebbe quindi richiedere un tempo di osservazione maggiore quando viene condotta su immagini di dolore di natura artistica rispetto ad immagini di dolore non artistiche. In linea ai risultati di Massaro e coll. (2012) e di Heidenreich and Turano (2011) e in contrapposizione a quelli di Leder e coll (2016) non è stata stabilita alcuna relazione tra la durata delle fissazioni ed il giudizio estetico degli stimoli (DiPaola e coll., 2013); i volti che sono stati valutati come esteticamente più belli, ovvero i neutri, non sono stati esplorati con

fissazioni più lunghe rispetto agli altri. Il nostro dato conferma che la durata delle fissazioni non sembra essere predittiva dell'apprezzamento estetico delle immagini osservate (Massaro e coll., 2012). Tale maggiore durata delle fissazioni, a prescindere dal numero di fissazioni e dalla qualità del giudizio estetico, potrebbe riflettere la necessità di un maggiore impegno attentivo e cognitivo richiesto da contenuti di natura artistica rispetto a contenuti non di natura artistica quando è necessario esprimere giudizi estetici.

Se consideriamo la durata totale delle fissazioni, a prescindere dalla specifica AOI, i risultati suggeriscono che i volti emotivi ('Pain'), a prescindere dalla qualità dell'immagine (artistica o realistica), erano osservati considerevolmente più a lungo rispetto ai volti neutri ('Neutral'), durante l'attribuzione del giudizio estetico; nonostante fossero valutati come meno esteticamente belli dei neutri. Questi dati paiono suggerire che accanto ad un'influenza diretta sul giudizio esplicito del contenuto emotivo delle immagini (vedi risultati comportamentali task AJ) esso si accompagna anche a differenti pattern di esplorazione visiva. Non possiamo inferire una diretta causalità tra la qualità del giudizio estetico e le modalità di esplorazione visiva, ma complessivamente possiamo affermare che l'espressione di un giudizio estetico su volti esprimenti emozioni negative, come il dolore, richiede fissazioni di maggior durata rispetto alla formulazione di un giudizio estetico su di immagini neutre. In altre parole, l'interferenza tra valenza negativa dello stimolo e formulazione del giudizio estetico si rifletterebbe nella maggiore durata delle fissazioni occorrenti sull'intero volto in oggetto.

È importante aggiungere, per scopi di completezza che durante il processamento dei volti nel task estetico non abbiamo potuto compiutamente replicare l'atteso effetto di lateralizzazione a sinistra del pattern di esplorazione oculare (e.g, Gilbert e Bakan, 1973; Burt e Perret, 1997; Rossion e coll., 2003; Butler e coll., 2005; Butler & Harvey, 2006; Dundas e coll., 2012; Guo e coll., 2012a; Hsiao & Cottrell, 2008, 2009; Mertens e coll., 1993; Schyns e coll., 2002).

Numerosi studi dimostrano l'esistenza del cosiddetto *left visual field* (LVF) bias, un bias di natura attenzionale e percettiva che comporta una maggiore concentrazione delle fissazioni visive di un osservatore, posto di fronte ad un volto nell'emifaccia che occupa l'emicampo visivo di sinistra dell'osservatore. Il LVF è stato riscontrato sia nell'adulto che nel bambino (Gilbert e Bakan, 1973; Yovel e coll., 2008) ed è stato evidenziato non solo durante l'osservazione o il riconoscimento del volto ma anche quando viene chiesto ai soggetti di giudicarne l'emozionalità (David, 1993; Christman & Hackworth, 1993), il genere (Luh, 1991; Parente & Tommasi, 2008; Butler e coll., 2005), l'età e la bellezza (Burt & Perrett, 1997). Il giudizio estetico presenterebbe anch'esso, infatti, una polarizzazione percettiva ed attentiva per cui il lato sinistro di volti (dalla prospettiva dell'osservatore), sia femminili che maschili, sarebbe maggiormente osservato durante l'attribuzione del grado di attrattività di uno stimolo (Burt & Perrett, 1997). Secondo questi dati, il fenomeno di attenzione preferenziale si rifletterebbe, inoltre, in una maggiore frequenza di movimenti oculari rivolti verso il lato sinistro di un viso (dalla prospettiva dell'osservatore).

Nei presenti risultati non è stato evidenziato un maggior numero od una maggiore durata delle fissazioni durante il giudizio estetico nell'emifaccia posta a sinistra (dalla prospettiva dell'osservatore), tuttavia dall'analisi qualitativa sulle prime fissazioni è stato osservato che l'AOI interessata dal maggior numero di prime fissazioni fosse '*eye left'* (occhio posto a sinistra dalla prospettiva dell'osservatore).

La zona dello stimolo su cui viene effettuata la prima fissazione è la regione di interesse che ha il maggior potere attrattivo sull'attenzione dell'osservatore (Massaro e coll., 2012). Questo risultato conferma un dato ben documentato in letteratura ossia la polarizzazione a sinistra della prima fissazione durante la percezione di un volto (e.g., Hsiao e coll., 2008; Butler e coll., 2005, Leonards & Scott-Samuel, 2005; Guo e coll. 2010; 2012b; Philips and David 1997; Mertens e coll. 1993; Gallois e coll., 1989) ed in parte evidenzia come sebbene l'emifaccia posta a sinistra

non riceva un maggior numero di fissazioni o fissazioni di maggiore durata, essa risulti la prima esplorata dai partecipanti durante la formulazione di un giudizio estetico. Secondo gli autori, infatti, la forte tendenza a generare un'iniziale saccade verso sinistra è una prova dell'esistenza una lateralizzazione emisferica destra nel *face processing* (Guo e coll., 2012b; Butler, 2005).
I dati relativi al pattern oculomotorio evidenziato dai partecipanti durante il giudizio emotivo (EJ) delle espressioni neutre e di dolore, hanno evidenziato come i soggetti effettuassero meno fissazioni ma più durature sui volti dipinti. Un trend opposto, ossia più fissazioni di breve durata, emerge invece durante l'osservazione di volti fotografati.

La durata delle fissazioni è stata interpretata come indice della salienza e della rilevanza del contenuto dell'immagine (Massaro e coll., 2012). In questi termini il contenuto delle rappresentazioni pittoriche sembra essere più saliente per l'osservatore rispetto al contenuto delle fotografie quando viene richiesto un giudizio di intensità del contenuto emotivo in esse espresso.

Il numero delle fissazioni, invece, è stato considerato come indice della complessità gestaltica dello stimolo e della ricchezza dei dettagli in esso contenuti (Massaro e coll., 2012); in questo caso sono le immagini fotografiche ad essere più complesse da un punto di vista strutturale e percettivo.

Il maggior numero di fissazioni e la breve durata delle stesse che è stato osservato per l'esplorazione dei volti reali, rispetto ai volti pittorici, suggerisce che i partecipanti continuassero ad esplorare l'immagine in cerca di potenziali attrattori quando erano chiamati a formulare un giudizio di intensità emotiva degli stimoli (Massaro e coll., 2012).

Il minor numero di fissazioni ma di maggiore durata evidenziato negli stimoli artistici, dall'altro lato, sembra indicarci che i volti dipinti contengono presumibilmente elementi più informativi ed interessanti per il giudizio richiesto. Questo dato caratterizza le immagini artistiche rispetto alle espressioni ottenute da volti reali. Proprio per la loro natura pittorica esse possiedono indici

salienti emotivi presumibilmente legati all'intenzione stessa dell'autore nel raffigurare volti neutri o emotivi.

Le AOI che riscontravano il maggior numero di fissazioni tra i nostri partecipanti durante la formulazione di un giudizio emotivo (EJ) erano gli occhi.

Tuttavia, sono state riscontrate delle differenze significative nell'osservazione delle AOIs '*eye left'* e '*eye right'*, per quanto riguarda il numero delle fissazioni, tra il pool di stimoli neutri e quello di dolore. Innanzitutto le espressioni neutre ricevono un numero significativamente maggiore di fissazioni sull'occhio posto a sinistra (AOI '*eye left'* dalla prospettiva dell'osservatore, quindi l'occhio destro del viso) rispetto alle espressioni di dolore. Inoltre, sebbene sia per stimoli neutri che di dolore entrambe le regioni oculari risultano essere il bersaglio del maggior numero di fissazioni (tanto da non risultare significativamente differenti tra loro); nel caso di volti neutri è l'occhio posto a sinistra a ricevere il maggior numero di fissazioni (Fig. 29, a), mentre per espressioni di dolore risulta essere l'occhio posto a destra, dalla prospettiva dell'osservatore, l'elettivo bersaglio del maggior numero di fissazioni (Fig. 29, b); è importante sottolineare che i dati presenti non sono stati in grado di evidenziare una differenza significativa tra occhio destro e occhio sinistro né per gli stimoli esprimenti dolore né per gli stimoli rappresentanti espressioni neutre.

Sebbene le due regioni oculari non risultino dissimili tra loro, l'occhio posto a destra e l'occhio posto a sinistra rispettivamente per espressioni neutre e di dolore risultano essere le regioni bersaglio di un maggior numero di fissazioni rispetto alle restanti aree di interesse considerate (AOI nose, AOI mouth). Questo dato parziale richiede sicuramente l'allargamento del campione di partecipanti analizzati, questo permetterebbe di confermare quanto trovato.

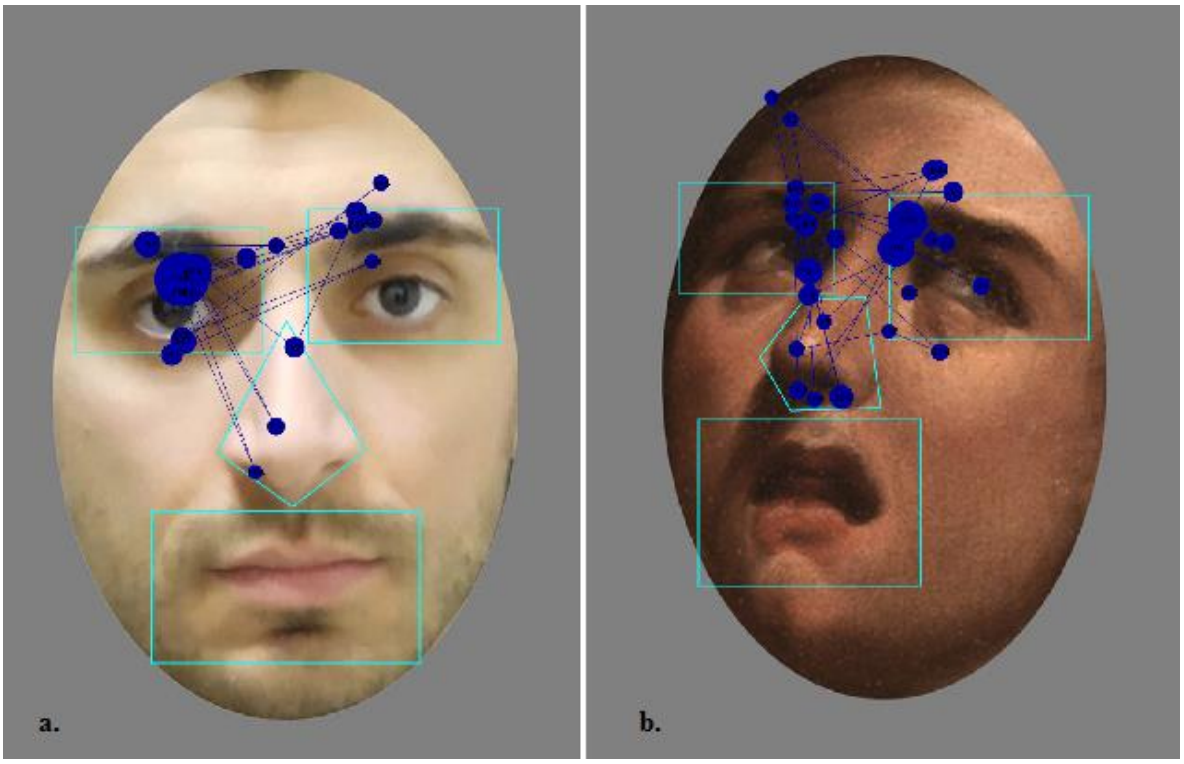

Figura 29. a) Esempio di pattern di esplorazione visiva di un soggetto su uno stimolo facciale 'Neutral' in cui le fissazioni sono principalmente indirizzate verso l'occhio posto a sinistra (dalla prospettiva dell'osservatore); b) Esempio di pattern di esplorazione visiva di un soggetto su uno stimolo faciale 'Pain' in cui le fissazioni sono maggiormente indirizzate verso l'occhio posto a destra (dalla prospettiva dell'osservatore).

Una prova visiva della prevalenza di fissazioni sull'occhio posto a sinistra, nel caso dei volti neutri, e sull'occhio posto a destra, nei volti di dolore ci è fornita dall'Hot Spot Plot.

Attraverso il software ClearView è stata creata un'immagine che proviene dalla fusione del comportamento oculomotorio dei soggetti nelle singole presentazioni. L'Hot Spot Plot rappresentato nella Figura 30 (a) ci mostra l'asimmetria a sinistra ottenuta nell'esplorazione degli stimoli emotivamente neutri; l'Hot Spot Plot della Figura 30 (b), invece, ci mostra la polarizzazione destra delle fissazioni nell'osservazione delle espressioni di dolore.

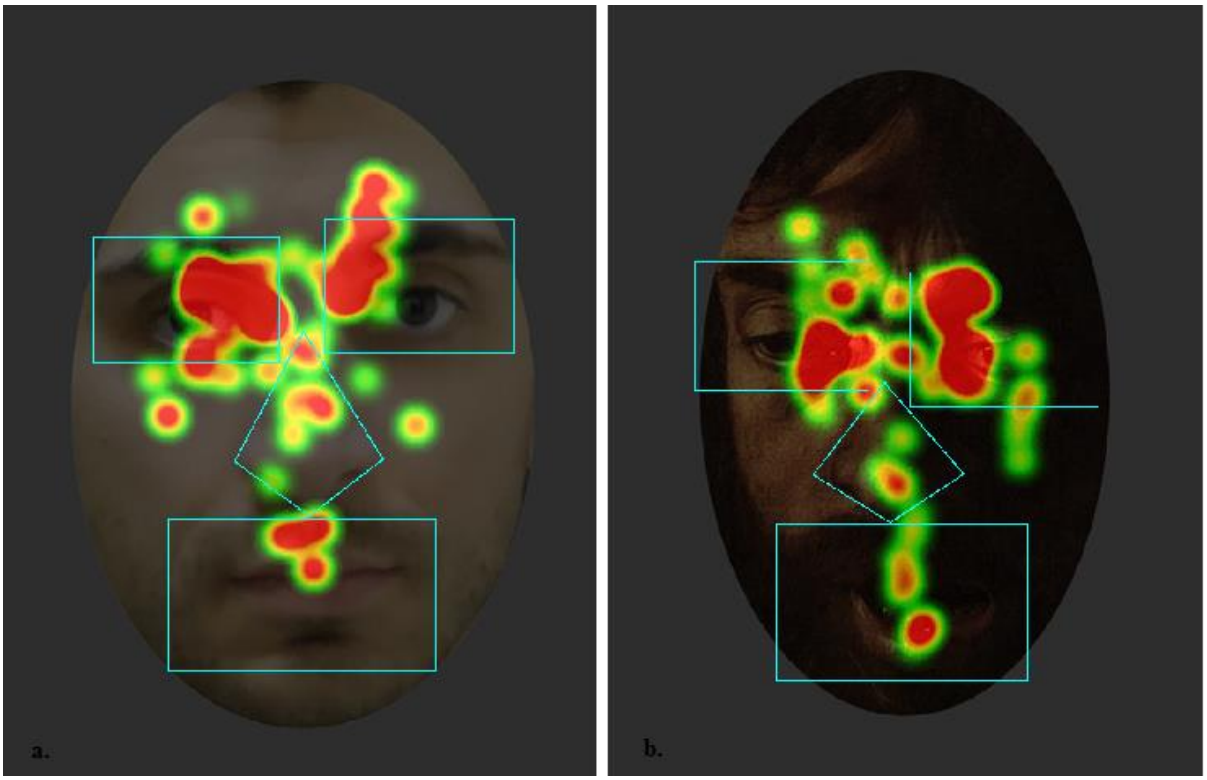

Figura 30. Hot Spot Plot ottenuto per gli le espressioni emotivamente neutre che ci mostra la polarizzazione delle fissazioni verso l'occhio posto a sinistra; b) Hot Spot Plot ottenuto per le espressioni di dolore che ci mostra, invece, la polarizzazione delle fissazioni verso l'occhio posto a destra.

La polarizzazione verso l'occhio posto a sinistra (AOI '*eye left'*) che è stata ottenuta nel giudizio emotivo dei volti neutri è in linea con i lavori di David e coll (1993) e quelli di Christman & Hackworth (1993) che hanno osservato la presenza del noto, e già descritto, *left-bias* (LVF) durante la valutazione emotiva di alcuni volti, anche neutri (Christman & Hackworth, 1993). Il *left-bias* (LVF) percettivo che emerge durante il giudizio emotivo dei volti (Coolican e coll., 2008; Wirsen e coll., 1990) è un fenomeno robusto che si presenta indipendentemente dall'età (Levine & Levy, 1986) e dallo stato emotivo dell'osservatore (David e coll., 1989). Tale polarizzazione a sinistra si origina dalla predominanza dell'emisfero destro in compiti di natura emotiva inducente un bias attentivo controlaterale (Coolican e coll., 2008; Borod e coll., 1998; Gilbert & Bakan, 1973; Levy, Heller, Banich, & Burton, 1983; Schwartz & Smith, 1980).

La prevalenza di fissazioni verso l'AOI '*eye right'* (l'occhio destro dalla prospettiva dell'osservatore) che è stata osservata durante l'esplorazione delle espressioni di dolore, invece, potrebbe essere dovuta al fatto che le emozioni negative tendono ad essere espresse in modo più accentuato nel lato sinistro del volto (Schirillo & Powell, 2009). Studi sull'analisi dei movimenti facciali di Borod e Caron (1980) e di Borod e coll. (1983) hanno dimostrato che l'espressività emozionale veicolata dal volto presenta alcune asimmetrie; gli autori, infatti, hanno registrato una predominanza di movimenti facciali nella porzione sinistra del volto quando veniva esperita un'emozione negativa. Queste evidenze sono concordi ad altri lavori presenti in letteratura (Borod, 1993; Borod e coll. 1997, 1998; Skinner & Mullen, 1991) secondo i quali l'espressività dell'emifaccia sinistra è più pronunciata per le emozioni negative rispetto alle positive (Nicholls e coll., 2004). L'interpretazione dei risultati che è stata proposta si basa sulla differente specializzazione degli emisferi cerebrali, tale per cui le emozioni positive attiverebbero principalmente l'emisfero di sinistra, mentre le emozioni negative l'emisfero di destra ('Valence Hypothesis') (Armaghani e coll., 2014; Jansari e coll., 2001; Canli e coll., 1998; Ahern e coll., 1985; 1979). Un coinvolgimento preferenziale dell'emisfero destro, rispetto al sinistro, è stata riscontrata anche nell'esperienza del dolore, diversi studi condotti su soggetti sani hanno mostrato che i partecipanti erano maggiormente sensibili a stimolazioni dolorose che venivano applicate sulla porzione sinistra del corpo, rispetto a quella destra (Haslam, 1970; Go¨bel and Westphal, 1987; Brennum e coll., 1989; Jensen e coll., 1992). Secondo queste evidenze, dunque, l'individuo che comunica un'esperienza spiacevole mostrerebbe un'espressività più accentuata nell'emifaccia sinistra del volto; questa sarebbe così percepita nell'emicampo di destra dell'osservatore, che è posto frontalmente, determinando una polarizzazione destra dell'attenzione.

Questo insieme di evidenze ci permetterebbe di interpretare i risultati ottenuti evidenziando come, durante l'espressione di un giudizio emotivo, le modalità di esplorazione spaziale risultano

modulate dall'emozione espressa nel volto. Tale differente pattern esplorativo visivo, determinato da un diverso numero di fissazioni, potrebbe essere prodotto dall'influenza di due meccanismi differenti. Nel caso di una ridotta espressività emotiva del volto (stimoli neutri) il pattern di esplorazione visiva risulta maggiormente influenzato da un bias di origine attentivo (il *left visual field bias*, LVF) legato alla specializzazione emisferica destra in compiti di natura emotiva come la formulazione di un giudizio di intensità emotiva. Differentemente, nel caso in cui l'immagine stessa racchiuda in sé evidenti e salienti cues espressivi, il pattern di esplorazione visiva si troverà maggiormente agganciato ad essi e quindi localizzato a destra, cioè corrispondente all'emifaccia più espressiva del soggetto osservato, quella di sinistra.

Sebbene questa interpretazione risulti coerente con i dati qui raccolti è necessario sottolineare come alcuni studi abbiamo dimostrato un orientamento preferenziale verso sinistra per emozioni negative. Cattaneo e collaboratori (2015) in un compito di bisezione di una linea, hanno riscontrato come i volti tristi, che dovrebbero attivare maggiormente l'emisfero di destra, provocavano uno shift verso l'emicampo controlaterale di sinistra (Cattaneo e coll., 2015). Analogamente, Armaghani e coll. (2014) hanno dimostrato che la presentazione di volti emotivi influenza l'allocazione spaziale dell'attenzione; nello specifico, i soggetti polarizzavano l'attenzione sull'emicampo di sinistra quando esploravano quei volti la cui espressione emotiva era negativa. A sostegno, studi effettuati su pazienti con danno cerebrale unilaterale (31 destro, 28 sinistro) hanno osservato che i soggetti con lesioni emisferiche destre presentavano difficoltà nella categorizzazione dei volti emotivamente tristi quando venivano presentati a sinistra (Adolphs e coll., 2001).

Accanto a questa letteratura sostenente la presenza di un *left bias* LVF anche in risposta ad espressioni emotive negative opposta ai nostri risultati, è possibile suggerire che le espressioni facciali di dolore, data la loro peculiarità e la loro particolare intensità, stimolino negli osservatori coinvolti in un giudizio di intensità emotiva una maggiore ricerca di cues visivi nel lato più

espressivo del volto. Questa interpretazione sarebbe confermata dal fatto che tale effetto si trova per il numero di fissazioni, indice di maggiore ricerca di indici espressivi, e non nella durata delle stesse.

È importante aggiungere come tale sbilanciamento destra/sinistra per stimoli rispettivamente neutri e dolorosi si verifichi a prescindere dalla loro natura artistica o meno. In altre parole, quanto un individuo è coinvolto in un giudizio emotivo le modalità di esplorazione, declinate come numero di fissazioni, non risentono dell'origine dell'immagine ma solamente del suo contenuto emotivo. È invece influenzata dalla natura dello stimolo la durata delle fissazioni occorse su immagini artistiche o meno.

I dati sulla durata delle fissazioni, infatti, hanno mostrato come gli stimoli artistici 'Art', indipendentemente dall'espressione emotiva raffigurata, fossero esplorati più a lungo rispetto alle fotografie 'Real' quando il compito richiedeva di esprimere un giudizio emotivo. In linea alla tendenza rilevata nel compito AJ, il pool di stimoli artistici sembra richiedere fissazioni di durata maggiore rispetto alle fotografie, sia quando il soggetto è invitato a giudicarne l'estetica che quando deve giudicarne l'intensità emotiva percepita. Poiché la durata delle fissazioni è stata interpretata come indice della salienza e della rilevanza del contenuto dell'immagine (Massaro e coll., 2012) ed è stata associata ad un maggiore aggancio attentivo, il contenuto delle rappresentazioni pittoriche pare essere più saliente per l'osservatore rispetto al contenuto delle fotografie quando viene richiesto un giudizio di intensità del contenuto emotivo in esse espresso.

La motivazione che spinge l'individuo ad esplorare un'immagine, come ad esempio il tipo di compito (Task) sperimentale richiesto, è considerata un processo top-down in grado di influenzare, unita ad altri aspetti quali il background sociale e culturale dell'individuo, la familiarità all'immagine e il contenuto della stessa, il comportamento esplorativo dell'osservatore (e.g., Massaro e coll., 2012; Rothkopf e coll., 2007; Zangemeister e coll., 1995; Locher e coll., 1993). Studi di Shinoda e coll. (2001), ad esempio, hanno osservato che le

fissazioni oculari sono dirette su quelle zone della scena visiva che sono rilevanti per il task richiesto ai partecipanti, e che la loro distribuzione dipende dall'obiettivo del compito (Rothkopf e coll., 2007; Johansson e coll., 2001; Land e coll., 2004). Studi di Molnar e coll. (1981) hanno osservato che gli individui effettuano fissazioni più lunghe quando giudicano l'estetica di una rappresentazione rispetto a quando ne valutano il contenuto. Tuttavia, ci sono state anche evidenze che non hanno riscontrato gli stessi risultati (Massaro e coll., 2012). I risultati degli studi di Massaro e coll. (2012) e di Wallraven e coll. (2009) hanno suggerito, infatti, che i processi top-down, almeno per quando riguarda il task sperimentale, non rivestono un ruolo incisivo sul comportamento esplorativo oculare.

Nonostante le evidenze scientifiche riguardo l'influenza del compito sui pattern di scanning oculare non siano concordi, risulta comunque interessante confrontare i pattern di esplorazione oculare nei due compiti da noi proposti. Dai risultati emerge una differenza significativa esclusivamente per la durata delle fissazioni. Nello specifico, le immagini di natura artistica venivano guardate più a lungo durante il giudizio emotivo (Task EJ) che durante il giudizio estetico (AJ). Le richieste contenute nel task sperimentale possono essere quindi considerate un valido predittore top-down del comportamento oculomotorio in grado di modulare quantomeno la durata delle fissazioni (Rothkopf e coll., 2007; Johansson e coll., 2001; Shinoda e coll., 2001; Land e coll., 2004; Zangemeister e coll., 1995; Locher e coll., 1993). La maggiore focalizzazione sull'arte quando il compito del partecipante è quello di decidere l'intensità emotiva del volto, rispetto alla bellezza, ci suggerisce che il contenuto delle immagini artistiche appare maggiormente rilevante quando il soggetto deve attribuirne un giudizio emotivo, rispetto a quando si limita a giudicarne l'estetica. Inoltre, poiché la durata delle fissazioni oculari corrisponde ad un'implicita difficoltà ad elaborare le informazioni a livello cognitivo (Geoffrey Loftus & Norman Mackworth, 1978) ed è stato rilevato correli positivamente con l'attività cognitiva impiegata nel processo di interpretazione dell'informazione osservata (Goldberg &

Kotval, 1999), possiamo concludere dai dati riscontrati che il giudizio emotivo attribuito alle immagini artistiche implichi, rispetto alla valutazione estetica delle stesse, oltre ad un maggior ingaggio attentivo per l'osservatore anche un'attività cognitiva superiore connessa all'interpretazione dell'informazione emotiva osservata. Poiché la durata delle fissazioni costituisce un indice relativo della quantità di informazione concentrata nell'area osservata e del tempo necessario ad elaborare tale contenuto, ci permettiamo di ipotizzare che la valutazione dell'intensità dell'espressione emotiva veicolata da un dipinto necessiti, rispetto al giudizio di bellezza, di maggior tempo e di più numerosi dettagli informativi per giungere ad una conclusione a riguardo.

Dall'analisi qualitativa delle prime fissazioni oculari emerge che durante il compito estetico la prima fissazione compiuta dai partecipanti aveva come bersaglio l'occhio posto a sinistra a prescindere dalla categoria dello stimolo. La polarizzazione a sinistra della prima fissazione è stata interpretata alla luce della lateralizzazione emisferica destra che caratterizza il processamento di un volto (Guo e coll., 2012b; Butler, 2005). La tendenza a generare un'iniziale saccade verso sinistra è un fenomeno stabile che si verifica indipendentemente dalla valenza emotiva dell'espressione facciale (Guo e coll., 2012b), neutra o di dolore; e dal tipo di task sperimentale richiesto (Guo e coll., 2012b), estetico od emotivo.

Differentemente, durante il compito emotivo, la AOI bersaglio della prima fissazione variava in base alla qualità dello stimolo. Specificatamente, l'occhio posto a sinistra appare il bersaglio delle prime fissazioni compiute sugli stimoli artistici neutri e su quelli non artistici di dolore, al contrario, l'occhio posto a destra è bersaglio delle prime fissazioni compiute sulle immagini non artistiche neutre.

Sebbene preliminari, tali dati paiono confermare una robusta esistenza del noto *left bias* nella lateralizzazione delle prime fissazioni durante la formulazione di un giudizio estetico, questo non è sostenibile per le prime fissazioni effettuate durante la formulazione di un giudizio

empatico. Allo stato attuale della ricerca non è possibile formulare una coerente interpretazione di tale fenomeno, ulteriori indagini che estendano il numero dei partecipanti sono fondamentali per poter meglio comprendere la natura di tali risultati.

Riassumendo, la presente dissertazione sebbene riportante i risultati di uno studio preliminare, pone le prime basi per alcune importanti evidenze nello studio dei pattern di esplorazione visiva di espressioni emotive di natura artistica e non.

Poiché dai dati comportamentali è emerso che riguardo alla valutazione estetica sono i volti neutri ad essere giudicati più belli, rispetto a quelli esprimenti dolore, abbiamo concluso che la valutazione estetica dell'immagine pare non riuscire a scindersi dalla valenza dell'oggetto raffigurato. Questo aspetto è stato enfatizzato nei soggetti con maggior difficoltà nell'identificazione delle emozioni e in coloro che hanno un elevato Personal Distress, assegnando bassi punteggi estetici alla categoria di stimoli artistici di dolore, i primi, e a all'intero pool di stimoli artistici, neutri compresi, i secondi. Da questo dato deduciamo che il giudizio estetico sia strettamente connesso a processi più automatici e basilari quali quelli emotivi, che sono in parte veicolati dal meccanismo mirror. Inoltre, è probabile che anche gli aspetti semantici di una rappresentazione artistica incidano sul grado di piacevolezza che le viene attribuita. La durata delle fissazioni effettuate nel compito estetico non sembra essere predittiva dell'apprezzamento estetico delle immagini in quanto è necessario un tempo maggiore di fissazione quando è analizzata un'immagine di dolore di natura artistica rispetto ad immagini di dolore non artistiche. Se consideriamo la durata totale delle fissazioni non possiamo inferire una diretta causalità tra la qualità del giudizio estetico e le modalità di esplorazione visiva. Tuttavia, possiamo concludere che l'espressione di un giudizio estetico su volti di dolore richieda fissazioni di maggior durata rispetto alla formulazione di un giudizio estetico su immagini emotivamente neutre. Infine, per quanto riguarda il numero di fissazioni abbiamo confermato

quanto riportato da numerose evidenze e cioè che l'attenzione viene indirizzata in modo preferenziale sugli occhi, indipendentemente dalla natura estetica ed emotiva dello stimolo.

I dati relativi al giudizio emotivo ci hanno indicato, come atteso, che sono stati i volti esprimenti dolore ad essere valutati ad intensità emotiva superiore rispetto ai volti neutri. Inoltre, i soggetti maggiormente sensibili al dolore hanno giudicato i volti neutri realistici come in realtà intrisi di un certo grado di sofferenza; questo potrebbe riflettere un bias implicito nell'interpretazione dei volti neutri poiché presentati in concomitanza di espressioni emotivamente dolorose. Le modalità di esplorazione visiva utilizzate in questo compito, declinate come numero di fissazioni, non risentono dell'origine qualitativa dell'immagine ma solamente del suo contenuto emotivo. Tale differente pattern esplorativo visivo potrebbe essere prodotto dall'influenza di due meccanismi differenti: nel caso degli stimoli neutri l'esplorazione oculare pare essere influenzata dal *left visual field* bias (LVF); differentemente, nel caso in cui l'immagine stessa racchiuda un'espressione saliente come il dolore, il pattern di esplorazione visiva si troverà maggiormente agganciato a cues emotivi raffigurati e quindi localizzato a destra, nell'emifaccia più espressiva. È invece influenzata dalla natura dello stimolo la durata delle fissazioni eseguite su immagini di dolore, artistiche o meno. In linea alla tendenza rilevata nel compito estetico, il pool di stimoli artistici sembra richiedere fissazioni di durata maggiore rispetto alle fotografie. Proprio per la loro natura pittorica esse possiedono indici salienti emotivi presumibilmente legati all'intenzione stessa dell'autore nel raffigurare volti neutri o emotivi. Inoltre, dal confronto dei pattern di esplorazione oculare nei due compiti, emerge una maggiore focalizzazione dell'attenzione sull'arte quando la richiesta sperimentale è quella di decidere l'intensità emotiva dello stimolo, rispetto alla bellezza. Questo dato ci suggerisce che il contenuto delle immagini artistiche appare maggiormente rilevante quando il soggetto deve attribuirne un giudizio emotivo, rispetto a quando si limita a giudicarne l'estetica. Infine, mentre dall'analisi qualitativa delle prime fissazioni confermiamo una robusta esistenza del noto *left bias* nella lateralizzazione delle prime

fissazioni durante la formulazione di un giudizio estetico, non possiamo riportare la stessa conclusione per le prime fissazioni effettuate durante la formulazione di un giudizio empatico.

È necessario riportare in conclusione alla presente dissertazione alcuni limiti fondamentali del nostro studio.

Innanzitutto sottolineiamo l'esiguo numero di soggetti partecipanti alla ricerca (9) unito al mancato bilanciamento di genere all'interno del campione (7 maschi, 2 femmine). Un terzo limite è rappresentato dall'uniformità del sesso degli stimoli in quanto sono stati utilizzati solo volti si uomini, sia artistici che non. Quest'ultimo limite riflette la difficoltà, riscontrata durante la procedura di validazione in cui erano inseriti anche volti femminili, di riconoscere e cogliere il dolore dall'emozione espressa dalle donne, sia in quelle fotografate che in quelle dipinte. Mentre in quelle fotografate pare esserci una predisposizione femminile a nascondere la sensazione spiacevole provata, analogamente, per i volti di donna ritratti si può ipotizzare la tendenza dell'artista di mascherare dietro a un viso beato, rivolto verso il cielo un martirio che invece nel corpo è crudamente rappresentato.

In ultimo, gli stimoli realistici di dolore sono stati tratti da riprese-video in cui era richiesto ai soggetti di simulare l'esperienza del dolore; anche questa decisione è stata determinata dai risultati ottenuti dalla validazione degli stimoli in cui è risultato che le espressioni di dolore realmente esperite non erano abbastanza intense da essere riconosciute dall'individuo che le esplorava.

Alla luce di questi limiti sarebbe interessante replicare l'esperimento su un campione più numeroso di partecipanti, bilanciato per genere; e approfondire le ricerche nella direzione di un'indagine che possa mettere in luce i fenomeni che sottostanno al mancato riconoscimento del dolore veicolato da un volto femminile e che sottendono la predisposizione degli artisti a

nascondere dietro ad un volto quasi beatificato una sofferenza fisica immane, che non si riscontra invece quando raffigurano un martire di sesso maschile.

Su un altro versante, le tecnologie di neuro immagine potrebbero fornire contributi notevoli allo studio di questi fenomeni. È nei progetti dei ricercatori che lavorano su queste tematiche, mossi dalla curiosità di approfondire l'analisi dei correlati neurali che presiedono ai fenomeni estetici ed empatici, presentare in risonanza magnetica funzionale lo stesso pool di stimoli che è stato utilizzato nel presente studio per indagare, ad un livello più profondo di indagine, la relazione che incorre tra l'individuo con il suo sistema cervello-corpo, l'arte e l'esperienza del dolore.

Inoltre, poiché la salienza del contenuto informativo può essere dedotta anche dalla misurazione del diametro pupillare, un indice autonomico dello stato emotivo della persona che dipende dall' attivazione del Sistema Nervoso Autonomo, un'ulteriore interessante analisi sarebbe quella relativa alla registrazione dei cambiamenti che avvengono al diametro pupillare durante l'osservazione delle medesime immagini. Sarebbe interessante valutare se il contenuto spiacevole delle immagini o la qualità artistica delle stesse influenzi, ed in che direzione, l'attività del Sistema Nervoso Autonomo (SNA) dell'osservatore. I lavori presenti in letteratura sulla presenza o meno di una costrizione pupillare durante la fruizione di stimoli negativi sono controversi: mentre secondo alcuni autori la visione di stimoli a contenuto spiacevole sarebbe associata ad una costrizione pupillare (Hess e Polt, 1960), secondo altri si rifletterebbe in una dilatazione pupillare (Bavijer e coll., 2013), mentre secondo altri ancora la correlazione tra il diametro pupillare, l'attivazione simpatica e le variazioni di conduttanza cutanea sarebbe invece indipendente dalla valenza dello stimolo e sarebbe, invece, legata all'intensità dell'emozione espressa (Blackburn, 2012). Evidenze recenti dimostrano che il diametro pupillare venga influenzato sia dall'intensità che dalla valenza negativa delle emozioni espresse (Harrison e coll., 2006).

La ricerca in questo ambito si pone l'obiettivo di condurre l'analisi dell'esperienza estetica, così come ogni altra forma di esperienza, in un'ottica di collaborazione multidisciplinare che considera l'insieme dei molteplici livelli di analisi che vi sono invischiati; dal livello sub-personale dei neuroni e del cervello, a quello personale dell'individuo nella sua complessità. Non si può prescindere dall'integrazione delle varie discipline, l'obiettivo è quello di indagare l'esperienza estetica in domini che stanno al confine tra la filosofia, la psicologia, le neuroscienze e la sociologia, combinando diverse strumentazioni e tecnologie di analisi tra cui, per esempio, *l'eye-tracker*.

Vorrei ringraziare tutte le persone che mi hanno accompagnata durante il percorso universitario e di Laurea, ognuna di loro ha dato un contributo costruttivo alla mia crescita sia sul piano professionale che umano.

Il mio primo pensiero va a tutti i partecipanti che hanno aderito volontariamente agli esperimenti, per ciascuno di loro conservo un simpatico e riconoscente ricordo.

Un sincero ringraziamento va al prof. Nicola Bruno, fondamentale riferimento per la mia maturazione sul piano scientifico e umano. Lo ringrazio per la fiducia che ha costantemente conservato nei miei confronti e per gli insegnamenti concreti che hanno indirizzato il mio percorso.

Un ringraziamento generale va a tutti i docenti del Corso di Laurea e del Dipartimento di Neuroscienze per le opportunità di studio e approfondimento sulle tematiche inerenti la psicologia e le neuroscienze.

Un affettuoso ringraziamento va alla Dott.ssa Martina Ardizzi che mi ha accompagnato ed assistito con massima professionalità nelle fasi più significative del lavoro, la ringrazio per i suggerimenti pratici e teorici che mi ha fornito durante il periodo di tirocinio e di Tesi.

Un ringraziamento speciale va al Prof. Vittorio Gallese per aver ispirato le mie scelte universitarie e per avermi dato l'opportunità di lavorare a fianco ad uno scienziato straordinario, di assistere e partecipare ai suoi progetti di ricerca teorico-metodologici di cui conserverò sempre un prezioso ricordo e che hanno arricchito notevolmente le mie conoscenze.

Il ringraziamento conclusivo va alla mia famiglia e agli amici più stretti, senza i quali il conseguimento di questo obiettivo non sarebbe stato possibile.

Bibliografia

Adolphs R, Jansari A, Tranel D. (2001), Hemispheric perception of emotional valence from facial expressions. Neuropsychology. 15(4):516-24.

Afraz, S. R., Kiani, R. & Esteky, H. (2006) Microstimulation of inferotemporal cortex influences face categorization. Nature 442, 692-695

Aglioti S.M.; Avenanti A., Risonanze e imitazioni, «MENTE & CERVELLO», 2006, 23, pp. 80 - 89

Ahern, GL., & Schwartz GE., (1979) Differential lateralization for positive versus negative emotion Neuropsychologia 17, 6: 693–698

Ahern, GL., & Schwartz GE., (1985), Differential lateralization for positive and negative emotion in the human brain: EEG spectral analysis. Neuropsychologia, 23; 6: 745–755

Aljuhanay, A., Milne, E., Burt, D. M., & Pascalis, O. (2010). Asymmetry in face processing during childhood measured with chimeric faces. Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition, 15, 439–450

Allison T., Puce A., McCarthy G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. Trends Cogn. Sci. 4, 267–278.

Ammaniti M. & Gallese V. – La Nascita dell'Intersoggettività. Lo Sviluppo del Sé tra Psicodinamica e Neurobiologia. Milano: Raffaello Cortina Editore, pp. 294, 2014

Andersson J.L., Lilja A., Hartvig P., Långström B., Gordh T., Handwerker H., & Torebjörk E. (1997). Somatotopic organization along the central sulcus, for pain localization in humans, as revealed by positron emission tomography. Experimental Brain Research, 117: 192-199.

Apkarian V.A., Bushnell C.M., Treede R., & Zubieta J. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. European Journal of Pain, 9: 463- 484.

Aragona M., Puzella A. (2010). Come cambia l'empatia per il dolore nelle neuroscienze: influenze reciproche tra piano concettuale e sperimentazione. Una revisione critica della letteratura sulle neuroimmagini funzionali. Giornale Italiano di Psicopatologia, 16(04).

Armaghani SJ, Crucian GP, Heilman KM (2014) The influence of emotional faces on the spatial allocation of attention. Brain Cogn; 91:108-12.

Ashwin, C., Wheelwright, S., & Baron-Cohen, S. (2005). Laterality biases to chimeric faces in Asperger Syndrome: what is right about face-processing? Journal of Autism and Developmental Disorders, 35, 183–196.

Asmundson, G., Kuperos, J., Ron Norton, G. (1997). Do patients with chronic pain selectively attend to pain-related information ?: Preliminary evidence for the mediating role of fear. Pain 72, 27–32.

Atkinson, J., Hood, B., Wattam-Bell, J., and Braddick, O. (1992). Changes in infants' ability to switch visual attention in the first three months of life. Perception 21, 643–653.

Avenanti A, Aglioti SM (2006). The sensorimotor side of empathy. In: Mancia M. (ed.) Psychoanalysis and Neuroscience. Milan: Springer-Verlag Italia, 235-256

Avenanti A, Bueti D, Galati G, Aglioti SM (2005) Transcranial magnetic stimulation highlights the sensorimotor side of empathy for pain. Nat Neurosci 8(7):955–960

Avenanti A., Aglioti S.M. (2006), Il tuo dolore nel mio sistema motorio. Uno studio di Stimolazione Magnetica Transcranica, «GIORNALE ITALIANO DI PSICOLOGIA», 33, pp. 151 - 166

Avenanti A.; Aglioti S.M., (2007) Il versante sensorimotorio dell'empatia per il dolore, in: Psicoanalisi e Neuroscienze, MILANO, Springer Milano, pp. 249 - 271

Aviezer, H., Hassin, R, R,. Ryan, J., Grandy, C., Susskind, J., Anderson, A., Moscovitch, M., Bentin, S. (2008). Angry, Disgusted, or Afraid? Studies on the Malleability of Emotion perception. Psychological Science, 19(7), 724-732

Babiker, A., Faye, I., Malik, A. (2013). Pupillary behavior in positive and negative emotions. International Conference on Signal and Image Processing Applications

Bagby, R. M., Parker, J. D. A. & Taylor, G. J. (1994). The twenty-item Toronto Alexithymia Scale-I. Item selection and cross-validation of the factor structure. Journal of Psychosomatic Research, 38, 23-32.

Ballard, D. H., Hayhoe, M. M., & Pelz, J. B. (1995). Memory representations in natural tasks. Journal of Cognitive Neuroscience, 7, 68–82.

Bannerman RL, Milders M, de Gelder B, Sahraie A. Orienting to threat: faster localization of fearful facial expressions and body postures revealed by saccadic eye movements. (2009) Proc Biol Sci; 276:1635–41.

Baron-Cohen, S., & Wheelwright, S. (2004). The empathy quotient: An investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences. Journal of Autism and Developmental Disorders, 34(2), 163–175.

Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., & Jolliffe, T. (1997). Is there a language of the eyes? Evidence from normal adults, and adults with autism or Asperger Syndrome. Visual Cognition, 4, 311–331.

Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J., & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? Evidence from human neonates. Infant Behaviour & Development, 23, 223–229

Battaglia, F., Lisanby, S. H., & Freedberg, D. (2011). Corticomotor excitability during observation and imagination of a work of art. Frontiers in Human Neuroscience. 5, 1-6.

Baum, C., Kappesser, J., Schneider, R., Lautenbacher, S. (2013a). Does vigilance to pain make individuals experts in facial recognition of pain? Pain Res Manag 18, 191–196.

Baum, C., Schneider, R., Keogh, E., Lautenbacher, S. (2013b). Different Stages in attentional processing of facial expressions of pain: A dotprobe task modification. J Pain 14, 223–232.

Bentin S, Deouell LY (2000). Structural encoding and identifi- cation in face processing: ERP evidence for separate mechanisms. Cogn Neuropsychol. 17(1): 35–54.

Bentin S., Allison T., Puce S., Perez S., McCarthy G.. (1996). Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. Journal of cognitive neuroscience 8 (6), 551-565

Berridge, K., & Winkielman, P. (2003). What is an unconscious emotion? (The case for unconscious "liking"). Cognition & Emotion, 17(2), 181–211.

Berthier M, Starkstein S, Leiguarda R (1988) Asymbolia for pain: a sensory-limbic disconnection syndrome. Ann Neurol 24:41-49

Blackburn, K., Schirillo, J. (2012). Emotive hemispheric diVerences measured in real-life portraits using pupil diameter and subjective aesthetic preferences. Exp Brain Res, 219:447–455

Blair, R. J. R. (2005). Responding to the emotions of others: Dissociating forms of empathy through the study of typical and psychiatric populations. Consciousness and Cognition, 14(4), 698–718.

Bonino, S., Lo Coco, A., & Tani, F. (1998). Empatia. I processi di condivisione delle emozioni. Giunti, Firenze.

Borod, J. C. & Caron, H. S. (1980) (Facedness and emotion related to lateral dominance, sex and expression type. Neuropsychologia 18, 237–241.

Borod, J. C. (1993) Cerebral mechanisms underlying facial, prosodic, and lexical emotional expression: a review of neuropsychological studies and methodological issues. Neuropsychology 7, 445–463.

Borod, J. C., Haywood, C. S. & Koff, E. (1997) Neuropsychological aspects of facial asymmetry during emotional expression: a review of the normal adult literature. Neuropsychol. Rev. 7, 41–60.

Borod, J. C., Kent, J., Koff, E., Martin, C. & Alpert, M. (1988) Facial asymmetry while posing positive and negative emotions: support for the right hemisphere hypothesis. Neuropsychologia 26, 759–764.

Borod, J. C., Koff, E. & White, B. (1983) Facial asymmetry in posed and spontaneous expression of emotion. Brain Cogn 2, 165–175.

Botvinick M, Jha AP, Bylsma LM et al, Fabian SA, Solomon PE, Prkachin KM (2005) Viewing facial expressions of pain engages cortical areas involved in the direct experience of pain. Neuroimage 25:312-319

Bouvier SE, Engel SA (2006) Behavioral deficits and cortical damage loci in cerebral achromatopsia. Cereb Cortex 16:183–191.

Bowlby, J. (1969), Attachment and loss, Vol. 1: Attachment. New York: Basic Books.

Bradley M. M., Costa, V. D., Lang, P. J. (2015) Selective looking at natural scenes: Hedonic content and gender. International Journal of Psychophysiology 98, 54–58.

Bradley MM, Miccoli L, Escrig MA, Lang PJ (2008) The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. Psychophysiology 45(4):602–607

Brennum, J., Kjeldsen, M., Jensen, K. and Jensen, T.S., Measurements of human pressure-pain thresholds on fingers and toes, Pain, 38 (1989) 211–217.

Broman M (1978) Reaction-time differences between the left and right hemispheres for face and letter discrimination in children and adults. Cortex 14:578 –591.

Brooks J., & Tracey I. (2005). From nociception to pain perception: imaging the spinal and supraspinal pathways. Journal of Anatomy, 207: 19-33

Brooks, J.C., Zambreanu, L., Godinez, A., Craig, A.D., & Tracey, I. (2005). Somatotopic organisation of the human insula to painful heat studied with high resolution functional imaging. Neuroimage, 27, 201 – 209.

Bruce, V. & Young, A. (1986), Understanding face recognition. Br. J. Psychol. 77, 305-327

Bruno N, Bertamini M. Self-portraits: smartphones reveal a side bias in non-artists. PLoS One 2013; 8: e55141. doi: 10.1371/journal.pone.0055141 PMID: 23405117

Bruno, N. Bode, C. & Bertamini, M. (2016). Composition in portraits: selfies and wefies reveal similar biases in untrained modern youths and ancient masters. Laterality, e-pub ahed of print.

Bruno, N., Bertamini, M. & Protti, F. (2015). Selfie and the city: A world-wide, large, and ecologically valid database reveals a two-pronged side bias in naive self-portraits. PLoS ONE 10(4) e01224999.

Bullier, J., Schall, J. D., & Morel, A. (1996). Functional streams in occipito-frontal connections in the monkey. Behavioural Brain Research, 76, 89–97.

Burt, D. M., & Perrett, D. I. (1997). Perceptual asymmetries in judgements of facial attractiveness, age, gender, speech and expression. Neuropsychologia, 35, 685–693.

Butler, S. H., & Harvey, M. (2006). Perceptual biases in chimeric face processing: eye-movement patterns cannot explain it all. Brain Research, 1124, 96–99.

Butler, S. H., & Harvey, M. (2008). Effects of aging and exposure duration on perceptual biases in chimeric face processing. Cortex, 44, 665–672.

Butler, S., Gilchrist, I. D., Burt, D. M., Perrett, D. I., Jones, E., & Harvey, M. (2005). Are the perceptual biases found in chimeric face processing reflected in eyemovement patterns? Neuropsychologia, 43, 52–59.

Caldara, M., Seghier, M. L., Rossion, B., Lazeyras, F., Michel, C., and Hauert, C. A. (2006). The fusiform face area is tuned for curvilinear patterns with more high-contrasted elements in the upper part. Neuroimage 31, 313–319. doi: 10.1016/j.neuroimage.2005.12.011

Calder, A., Young, A., Keane, J., Dean, M. (2000). Configural information in facial expression perception. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 26, 527-551

Campanella S, Joassin F, Rossion B, De Volder A, Bruyer R, CrommelinckM (2001) Association of the distinct visual representations of faces and names: a PET activation study. Neuroimage 14:873– 882. CrossRef Medline

Canli, T., Desmond, JE., Zhao, Z, Glover, G.,Gabrieli, JDE.,(1998) Hemispheric asymmetry for emotional stimuli detected with Fmri. Neuroreport: 9 ; 14: 3233–3239

Caretti, V., & Schimmenti, A. (2011). La valutazione della disregolazione affettiva con la Toronto Structured Interview for Alexithymia (TSIA. NOOS, vol 17, 45-48.

Carr, L., Iacoboni, M., Dubeau, M. C., Mazziotta, G. C., & Lenzi, G. L. (2003). Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(9), 5497-5502.

Carroll EMA, Kamboj SK, Conroy L, Tookman A, Williams AC, Jones L, Morgan JA, Curran VH. Facial affect processing in patients receiving opioid treatment in palliative care: preferential processing of threat in pain catastrophizers. (2011) J Pain Symptom Manage; 41:975–85.

Cattaneo, Z., Lega, C., Boehringer, J., Gallucci, M., Girelli, L., Carbon, C. (2014). Happiness takes you right: The effect of emotional stimuli on line bisection. Cognition and Emotion, 28, 2, 325-344.

Cattaneo, Z., Lega, C., Flexas, A., Nadal, M., Munar, E. &Cela-Conde, C. J. (2014). The world can look better: Enhancing beauty experience with brain stimulation. Social Cognitive and Affective Neuroscience. Advanced online publication. doi:10.1093/scan/nst165

Cechetto DF, Saper CB (1987): Evidence for a viscerotopic sensory representation in the cortex and thalamus in the rat. J Comp Neurol 262:27–45.

Cela-Conde, C. J., Agnati, L., Huston, J. P., Mora, F., & Nadal, M. (2011). The neural foundations of aesthetic appreciation. Progress in Neurobiology, 94, 39–48.

Cela-Conde, C. J., Ayala, F. J., Munar, E., Maestù, F., Nadal, M., Capo, M. A., . . . Marty, G. (2009). Sex-related similarities and differences in the neural correlates of beauty. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 106, 3847–3852.

Cela-Conde, C. J., Garcıa-Prieto, J., Ramasco, J. J., Mirasso, C. R., Bajo, R., Munar, E., . . . Maestù, F. (2013). Dynamics of brain networks in the aesthetic appreciation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 110 (Suppl. 2), 10454–10461.

Chatterjee, A. (2003). Prospects for a cognitive neuroscience of visual aesthetics. Bulletin of Psychology of the Arts, 4, 55–60.

Chatterjee, A. (2014). The aesthetic brain. How we evolved to desire beauty and enjoy art. New York: Oxford University Press.

Chatterjee, A., (2011). Neuroaesthetics: a coming of age story. J. Cogn. Neurosci. 23,53–62.

Chatterjee, A., (2013). The Aesthetic Brain: How We Evolved to Desire Beauty andEnjoy Art. Oxford University Press, Oxford.

Chatterjee, A., Vartanian, O., (2014). Neuroaesthetics. Trends Cogn. Sci. 18, 370–375.

Chatterjee, A., Widick, P., Sternschein, R., Smith II, W. B., & Bromberger, B. (2010). The Assessment of Art Attributes. Empirical Studies of the Arts, 28, 207-222.

Chiang, C. H., Ballantyne, A. O., & Trauner, D. A. (2000). Development of perceptual asymmetry for free viewing of chimeric stimuli. Brain and Cognition, 44, 415–424

Chiesa PA, Liuzza MT, Acciarino A and Aglioti SM. (2015) "Subliminal Perception of Others' Physical Pain and Pleasure". Exp Brain Res 233: 2373.

Chokron, S. (2002). Viewpoint of the origin of free-viewing perceptual asymmetries. Cortex, 38, 2, 109-112.

Christman, S. D., & Hackworth, M. D. (1993). Equivalent perceptual asymmetries for free viewing of positive and negative emotional expressions in chimeric faces. Neuropsychologia, 31, 621–624

Clark, U ,S., Neargarder, S., Cronin-Golomb, A. (2010). Visual exploration of emotional facial expressions in Parkinson's disease. Neuropsychologia, 48(7),1901-1913.

Coghill RC, McHaffie JG, Yen YF (2003) Neural correlates of interindividual differences in the subjective experience of pain. Proc Natl Acad Sci USA 100:8538-8542

Coolican, J., Eskes, G. A., McMullen, P. A., & Lecky, E. (2008). Perceptual biases in processing facial identity and emotion. Brain and Cognition, 66, 176–187.

Craig A.D. (2003a). A new view of pain as a homeostatic emotion. Trends in Neuroscience, 26: 303-307.

Craig KD, Versloot J, Goubert L, Vervoort T, Crombez G. (2010) Perceiving pain in others: automatic and controlled mechanisms. J Pain; 1:101–8.

Craig, A.D. (2003). Pain mechanisms: labeled lines versus convergence in central processing. Annual Review of Neuroscience, 26, 1 – 30.

Crombez, G., van Ryckeghem, D., Eccleston, C., van Damme, S. (2013). Attentional bias to pain-related information: A meta-analysis. Pain 154, 497–510.

Cupchik, G. C. (1992). From perception to production: A multilevel analysis of the aesthetic process. In G. C. Cupchik & J. Laszlo (Eds), Emerging visions of the aesthetic process: Psychology, semiology, and philosophy (pp. 61–81). New York: Cambridge University Press.

Cupchik, G. C. (1995). Emotion in aesthetics: reactive and reflective models. Poetics, 23(1–2), 177–188.

Cupchik, G. C., Vartanian, O., Crawley, A., & Mikulis, D. J. (2009). Viewing artworks: Contributions of cognitive control and perceptual facilitation to aesthetic experience. Brain and Cognition, 70, 84–91.

Cupchik, G.C., (1995). Emotion in aesthetics: reactive and reflective models. Poetics23 (1–2), 177–188.de

Dahl, C. D., Rasch, M. J., Tomonaga, M., & Adachi, I. (2013). Laterality effect for faces in chimpanzees (pan troglodytes). The Journal of Neuroscience, 33, 13344–-13349

David, A. S. (1989). Perceptual asymmetry for happy–sad chimeric faces: Effects of mood. Neuropsychologia, 27, 1289–1300.

Davis K.D., Taylor S.J., Crawley A.P., Wood M.L., & Mikulis D.J. (1997). Functional MRI of pain- and attention-related activations in the human cingulated cortex. Journal of Neurophysiology, 77: 3370-3380.

Davis, M.H. (1980). A multidimensional approach to individual differences in empathy. JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology, 10, 85.

Davis, M.H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. Journal of Personality and Social Psychology, 44(1), 113-126

De Gelder B., Van den Stock J., Meeren H. K. , Sinke C. B. , Kret M. E. , Tamietto M. (2010). Standing up for the body. Recent progress in uncovering the networks involved in the perception of bodies and bodily expressions. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 34(4), 513-527

De Gelder, B., Terburg, D., Morgan, B., Hortensius, R., Stein, D, J., Van Honk, J. (2014). The role of human basolateral amygdala in ambiguous social threat perception. Cortex ,52,28-34.

de Haan, M., and Nelson, C. A. (1999). Brain activity differentiates face and object processing in 6-month-old infants. Dev. Psychol. 35, 1113–1121.

de Haan, M., Pascalis, O., and Johnson, M. H. (2002). Specialization of neural mechanisms underlying face recognition in human infants. J. Cogn. Neurosci. 14, 199–209.

De Schonen, S., and Mathivet, E. (1990). Hemispheric asymmetry in a face discrimination task in infants. Child Dev. 61, 1192–1205.

De Shonen, S., & Mancini, J. (1995). About functional brain specialization: the development of face recognition. Developmental Cognitive Neuroscience Technical Report Series of the Human Frontiers Scientific Foundation, 95.1

de Vignemont, F., Singer, T., (2006). The empathic brain: how, when and why? Trends Cogn. Sci. 10, 435–441.

Decety J, Jackson PL (2004) The functional architecture of human empathy. Behav Cogn Neurosci Rev 3:71-100

Decety, J., Sommerville, J.A., (2003). Shared representations between self and others: a social cognitive neuroscience view. Trends Cogn. Sci. 7, 527–533.

Derbyshire S.W., Jones A.K.P., Brown W.D., Devani P., Friston K.J., Qi L., Pearce S., Frackoviak R.S.J., & Jones T. (1993). Cortical and subcortical responses to pain in male and female volunteers. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism, 13 (Suppl. 1): S546.

Derbyshire SWG (2000) Exploring the pain neuromatrix. Curr Rev Pain 6:467-477

Desimone R (1991). Face selective cells in the temporal cortex of monkeys. J Cogn Neurosci. 3(1): 1-8.

Di Dio C, Gallese V (2009) Neuroaesthetics: a review. Current opinion in neurobiology 19: 682–687.

Di Piero V., Ferracuti S., Sabatini U., Pantano P., Cruccu G., & Lenzi G.L. (1994). A cerebral blood flow study on tonic pain activation in man. Pain, 56: 167-173.

DiPaola S, Riebe C, Enns J T, (2013) Following the masters: Portrait viewing and appreciation is guided by selective detail, Perception, 42: 608–630

Downing, P, E., Chan, A, W, Y., Peelen, M, V., Dodds, C, M., Kanwisher, N. (2005). Domain Specificity in Visual cortex, 16(10),1453-1461.

Du Bos, J.B. Riflessioni critiche sulla poesia e sulla pittura, trad. it., Aestethica, Palermo 2005.

Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. Behavior Research Methods, Instruments & Computers, 34, 455—470.

Duckworth KL, Bargh JA, Garcia M, Chaiken S. (2002) The automatic evaluation of novel stimuli. Psychol Sci; 13:513–9.

Duerden EG, Albanese MC (2013). Localization of painrelated brain activation: a meta-analysis of neuroimaging data. Hum Brain Mapp 34:109–149.

Dundas, E., Gastgeb, H., & Strauss, M. S. (2012). Left visual field biases when infants process faces: a comparison of infants at high- and low-risk for autism spectrum disorder. Journal of Autism and Developmental Disorders, 42, 2659–-2668.

Dutta, T., & Mandal, M. K. (2002). Visual-field superiority as a function of stimulus type and content. International Journal of Neuroscience, 112, 945–952.

E. Husserl, Zur Phänomenologie der Intersubjektivität, Texte aus dem Nachlass, Erster Teil: 1905-1920, hrsg. von I. Kern, Martinus Nijhoff, Den Haag 1973.

E. Husserl,, Idee per una fenomenologia pura e per una filosofia fenomenologica, vol. I: Introduzione generale alla fenomenologia pura, trad. it. di V. Costa, Einaudi, Torino 1965.

Eccleston C, Crombez G, Aldrich S, Stannard C. (1997) Attention and somatic awareness in chronic pain. PAIN_; 72:209–15.

Eccleston C, Crombez G. Pain demands attention: a cognitive-affective model of the interruptive function of pain. (1999) Psychol Bull; 125:356–66.

Eimer, M. (2000). Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. Clinical Neurophysiology, 111, 694–705.

Eisenbarth, H., Alpers, G, W. (2011). Happy mouth and sad eyes: Scanning emotional facial expressions. American Psychological Association, 11(4), 860-865.

Eisenberger, N.I., & Lieberman, M.D. (2004). Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain. Trends in Cognitive Sciences, 8, 294 – 300.

Eisenberger, N.I., Lieberman, M.D., & Williams, K.D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. Science, 302, 290 – 292.

Ellis HD, Shepherd JW (1975) Recognition of upright and inverted faces presented in the left and right visual fields. Cortex 11:3–7.

Ellis, A.W. et al. (1990) Repetition priming and face processing: priming occurs within the system that responds to the identity of a face. Q. J. Exp. Psychol. 39A, 193–210

Engel, K. C., Anderson, J. H., & Soechting, J. F. (1999). Oculomotor tracking in two dimensions. Journal of Neurophysiology, 81(4), 1597–1602

Enns, J T., MacDonald, SC., (2012). The role of clarity and blur in guiding visual attention in photographs. J Exp Psychol Hum Percept Perform. 2013 Apr;39(2):568-78

Fadiga L, Craighero L, Olivier E (2005) Human motor cortex excitability during the perception of others' action. Curr Opin Neurobiol 15:213-218

Fadiga L, Fogassi L, Pavesi G, Rizzolatti G (1995) Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. J Neurophysiol 73:2608-2611

Failla, C. V., Sheppard, D. M., & Bradshaw, J. L. (2003). Age and responding hand related changes in performance of neurologically normal subjects on the line bisection and chimeric faces tasks. Brain and Cognition, 52, 353–363

Farina S, Tinazzi M, Le Pera D, Valeriani M (2003) Pain-related modulation of the human motor cortex. Neurol Res 25:130-142

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M.H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. "Proceedings of the National Academy of Sciences" 99: 9602-9605. USA.

Fashler, SR., & Katz J. (2014). More than meets the eye: visual attention biases in individuals reporting chronic pain, J Pain Res; 7: 557–570.

Fernandez E, Turk DC (1992) Sensory and affective components of pain: separation and synthesis. Psychol Bull 112:205-217

Findlay JM, Gilchrist ID. Active vision: the psychology of looking and seeing. Oxford, UK: Oxford University Press; 2003.

Fodor J. (1998). Concepts. Oxford: Oxford University Press (trad. it.: Concetti: dove sbaglia la scienza cognitiva. Milano: McGraw-Hill, 1999).

Fodor, J. (1992), "A theory of the child's theory of mind", Cognition, 44. Pp.283-296

Fodor, J., The Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology, MIT Press, 1983. (Tr. it. La mente modulare. Saggio di psicologia delle facoltà, Il Mulino, 1988)

Fogassi L, Ferrari PF, Gesierich B et al (2005) Parietal lobe: from action organization to intention understanding. Science 308:662-667

Freedberg, D. & Gallese, V. (2007) Motion, emotion and empathy in esthetic experience. Trends in Cognitive Sciences 11: 197–203.

Freedberg, D. & Gallese, V. (2008), "Movimento, Emozione, Empatia. I fenomeni che si producono a livello corporeo osservando le opere d'arte", Prometeo, 26, 103, pp. 52-59;

Freud S. (1925), Inibizione sintomo e angoscia, in Opere, vol. 10, 1924-1929. Inibizione, sintomo e angoscia e altri scritti, Bollati Boringhieri, Torino 2003.

Freud S., Psicologia delle masse e analisi dell'Io, Boringhieri, Torino 1975

Freud, S. (1923/1949) The Ego and the Id. English translation, London: The Hogart Press Ltd.

Fuchs, P.N., Peng, Y.B., Boyette-Davis, J.A. and Uhelski, M.L. (2014), 'The anterior cingulate cortex and pain processing', Frontiers in integrative neuroscience, vol. 8.

Fullbright R.K., Troche C.J., Skudlarski P., Gore J.C., & Wexler B.E. (2001). Functional MR imaging of regional brain activation associated with the affective experience of pain. AJR. American Journal of Roentgenology, 177: 1205-1210.

Gallese V., Di Dio C. (2012). Neuroesthetics: The Body in Esthetic Experience. In: V.S. Ramachandran (ed.) The Encyclopedia of Human Behavior, vol. 2, pp. 687-693. Elsevier Academic Press

Gallese V., Fadiga L., Fogassi L. & Rizzolatti G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. Brain, 119: 593-609.

Gallese, V. & Cuccio V. (2015) The paradigmatic body. Embodied simulation, intersubjectivity and the bodily self. In: Metzinger. T. & Windt, J.M. (eds): Open MIND. Frankfurt: MIND Group, pp. 1-23.

Gallese, V. & Freedberg, D. (2007), “Mirror and Canonical Neurons are Crucial Elements in Esthetic Response”, TRENDS in Cognitive Sciences, 11, 10, p. 411;

Gallese, V. & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. Trends in Cognitive Sciences, 12: 493-501.

Gallese, V. (2001), The “Shared Manifold” Hypothesis: from mirror neurons to empathy. Journal of Consciousness Studies, 8, 5/7: 33-50.

Gallese, V. (2003a), The manifold nature of interpersonal relations: The quest for a common mechanism. Phil. Trans. Royal Soc. London. B., 358: 517-528.

Gallese, V. (2003b), The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. Psychopathology, 36, 4: 171-180.

Gallese, V. (2005) Embodied simulation: From neurons to phenomenal experience. Phenomenology and the Cognitive Sciences 4: 23–48.

Gallese, V. (2006) Corpo vivo, simulazione incarnata e intersoggettività: Una prospettiva neurofenomenologica. in: Neurofenomenologia. A cura di M. Cappuccio. Bruno Mondadori, 2006, pp. 293-326.

Gallese, V. (2007) Dai neuroni specchio alla consonanza intenzionale. Meccanismi neurofisiologici dell’intersoggettività. Rivista di Psicoanalisi, LIII, 1: 197-208.

Gallese, V. (2008), 'Empathy, Embodied Simulation, and the Brain: Commentary on Aragno and Zepf/Hartmann', Journal of the American Psychoanalytic Association, 56/3: 769-81.

Gallese, V. (2009), Neuroscienze e fenomenologia, in Enciclopedia Treccani Terzo Millennio.

Gallese, V. (2010a), Embodied Simulation and its Role in Intersubjectivity. In: T. Fuchs, H.C. Sattel, P. Henningsen (Eds.) The Embodied Self. Dimensions, Coherence and Disorders. Stuttgart: Schattauer, pp. 78-92., 2010.

Gallese, V. (2010b), Corpo e azione nell’esperienza estetica. Una prospettiva neuroscientifica. Postfazione a: U. Morelli – Mente e Bellezza. Mente relazionale, arte, creatività e innovazione. Umberto Allemandi & c. editore, Torino, pp. 245-262, 2010.

Gallese, V. (2011). Neuroscience and Phenomenology. Phenomenology & Mind, 1: 33-48, 2011.

Gallese, V. (2012), Arte & Cervello. Aby Warburg e il dialogo tra estetica, biologia e fisiologia, in pH, n°2, pp. 48 - 62

Gallese, V. (2013), Corpo non mente. Le neuroscienze cognitive e la genesi di soggettività ed intersoggettività, Educazione Sentimentale, 20: 8-24

Gallese, V., Ferrari P.F., Umiltà M.A. (2002) The mirror matching system: a shared manifold for intersubjectivity. Behavioral Brain Sciences, 25: 35-36.

Gallese, V., Keyser, C., & Rizzolatti, G. (2004) A unifying view of the basis of social cognition. Trends Cogn Sci 8:396-403

Gallese, V., Migone, P., Eagle, M. (2006) La simulazione incarnata: I neuroni specchio, le basi neurofisiologiche dell'intersoggettività ed alcune implicazioni per la psicoanalisi. Psicoterapia e Scienze Umane, XL, 3: 543-580.

Gallese,V.(2014), Arte, corpo, cervello: per un'estetica sperimentale, "Micromega", 2, 49-67

Gallois, P., Buquet, C., Charlier, J., Parish, V., Hache, J. C., & Dereux, J. F. (1989). Asymmetry in the strategy for visual perception of faces and emotional facial expressions. Revue Neurologique (Paris), 145, 661–664.

Gauthier I, Tarr MJ, Anderson AW, Skudlarski P, Gore JC (1999) Activation of the middle fusiform 'face area' increases with expertise in recognizing novel objects. Nat Neurosci 2:568 – 573. CrossRef Medline

Gauthier I, Tarr MJ, Moylan J, Skudlarski P, Gore JC, Anderson AW. (2000) The fusiform "face area" is part of a network that processes faces at the individual level. Journal of Cognitive Neuroscience. 2000; 12:495–504.

Geffen G, Bradshaw JL, Wallace G (1971) Interhemispheric effects on reaction time to verbal and nonverbal visual stimuli. J Exp Psychol 87:415– 422. CrossRef Medline

George M.S., Ketter T.A., Parekh P.I., Rosinsky N., Ring H., Casey B.J., Trimble M.R., Horowitz B., Herscovitch P., & Post R.M. (1994). Regional brain activity with selecting aresponse despite interference: an H2 15O PET study of the Stroop and an emotional Stroop. Human Brain Mapping, 1: 194-209.

Gerger, H Leder, A Kremer (2014). Context effects on emotional and aesthetic evaluations of artworks and IAPS pictures. Psychologica 151, 174–83.

Gilbert, C., & Bakan, P. (1973). Visual asymmetry in perception of faces. Neuropsychologia, 11, 355–362.

Ginsborg, H. (2003). Aesthetic judging and the intentionality of pleasure. Inquiry, 46(2), 164–181

Giusti, E., e Azzi, L. (2013). Neuroscienze per la psicoterapia. La clinica dell'integrazione trasformativa (Vol. 23), Sovera Edizioni.

Go¨bel, H. and Westphal, W., Die laterale Asymmetrie der menschlichen Schmerzempfindlichkeit, Der Schmerz, 1 (1987) 114–121.

Golarai G, Ghahremani DG, Whitfield-Gabrieli S, Reiss A, Eberhardt JL, Gabrieli JD, Grill-Spector K (2007) Differential development of highlevel visual cortex correlates with category-specific recognition memory. Nat Neurosci 10:512–522. Medline

Goldberg, J. H., Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs. International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 631—645.

Goldman A., Gallese V. (2000), Reply to Schulkin. Trends in Cognitive Sciences:4; 255-256.

Gopnik, A., e Meltzoff, A.N. (1997), Words, Thoughtd, and Theories, Cambridge, MA, MIT Press.

Gordon R. (1996). "Radical" Simulationism. In: Carruthers P. & Smith P.K., editors, Theories of Theories of Mind. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996, pp. 11-21

Gordon RM (1992) The simulation theory: objections and misconceptions. Mind Lang 7:11-34

Gordon, R. (1986), "Folk psychology as simulation", Mind and Language, 1, pp. 158-171.

Goren, C.C., Sarty, M., & Wu, P.Y.K. (1975). Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. Pediatrics, 56, 544–549.

Gori S, Pedersini R, Giora E (2008) How do painters represent motion in garments? Graphic invariants across centuries. Spatial Vision 21: 201–227.

Goubert L, Craig KD, Vervoort T, Morley S, Sullivan MJL, De CWilliams AC, Cano A, Crombez G. (2005) Facing others in pain: the effects of empathy. PAIN; 118:285–8.

Goubert L, Crombez G, Danneels L. The reluctance to generalize corrective experiences in chronic low back pain patients: a questionnaire study of dysfunctional cognitions. (2005) Behav Res Ther; 43:1055–67.

Graham DJ, Friedenberg JD, McCandless CH, Rockmore DN (2010) Preference for art: similarity, statistics, and selling price. Society of Photo- Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series 7527: 36.

Gredebäck, G., Melinder, A. (2010). Infants' understanding of everyday social interactions: A dual process account. Cognition 114, 197–206

Gredebäck, G., Örnkloo, H., & von Hofsten, C. (2006). The development of reactive saccade latencies. Experimental Brain Research, 173, 159 –164

Green, M. J., Uhlhaas, P. J. & Coltheart, M. (2005). Context processing and social cognition in schizophrenia. Current Psychology Reviews, 1 , 11-22.

Grega, D. M., Sackeim, H. A., Sanchez, E., Cohen, B. H., & Hough, S. (1988). Perceiver bias in the processing of human faces: Neuropsychological mechanisms. Cortex, 24, 91–117.

Grill-Spector K, Knouf N, Kanwisher N (2004) The fusiform face area subserves face perception, not generic within-category identification. Nat Neurosci 7:555–562. CrossRef Medline

Gu, Y., Mai, X., Luo, Y. (2013). Do bodily expressions compete with facial expressions? Time course of integration of emotional signals from the face and body. Plos one, 8, 7.

Guo, K. (2012a). Holistic Gaze Strategy To Categorize Facial Expression of Varying Intensities. Plos one, 7, 8.

Guo, K., Meints, K., Hall, C., Hall, S., & Mills, D. (2009). Left gaze bias in humans, rhesus monkeys and domestic dogs. Animal Cognition, 12, 409–418.

Guo, K., Shaw., H. (2015). Face in profile view reduces perceived facial expression intensity: An eye-tracking study. Acta Psychologica, 155, 19-28.

Guo, K., Smith, C., Powell, K., Nicholls, K. (2012b). Consistent left gaze bias in processing different facial cues. Psychol Res; 76(3):263-9.

Guo, K., Tunnicliffe, D., & Roebuck, H. (2010). Human spontaneous gaze patterns in viewing of faces of different species. Perception, 39, 533-542.

Guyer, P. (2003). The cognitive element in aesthetic experience: reply to Matravers. British Journal of Aesthetics, 43(4), 412–418.

Guyer, P. (2008). The psychology of Kant's aesthetics. Studies in History and Philosophy of Science Part A, 39(4), 483–494.

Hansen, D. W., Ji, Q. (2010). In the eye of the beholder: a survey of models for eyes and gaze. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 32, 478—500.

Harries, M.H., & Perrett, D.I. (1991). Visual processing of faces in temporal cortex: physiological evidence for a modular organization and possible anatomical correlates. Journal of Cognitive Neuroscience. 3, 9-24.

Harrison, N. A., C. E. Wilson, and H. D. Critchley (2007). Processing of observed pupil size modulates perception of sadness and predicts empathy. Emotion 7: 724-729

Harrison, N. A., Singer, T., Rotshtein, P., Dolan, R. J., Critchley, H. D (2006). Pupillary contagion: Central mechanisms engaged in sadness processing. Social Cognitive and Affective Neuroscience, 1, 5–17.

Harvey, A. H., Kirk, U., Denfield, G. H., & Montague, P. R. (2010). Monetary favors and their influence on neural responses and revealed preference. The Journal of Neuroscience, 30, 9597–9602.

Haslam, D.R., (1970) Lateral dominance in the perception of size and of pain, Q. J. Exp. Psychol., 22: 503–507.

Hawker GA1, Mian S, Kendzerska T, French M. (2011) Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). Arthritis Care Res (Hoboken), 63 Suppl 11: S240-52.

Haxby, J. et al. (1994) The functional organization of human extrastriate cortex: a PET–rCBF study of selective attention to faces and locations. J. Neurosci. 14, 6336–6353

Haxby, J., Hoffman, E., Gobbini, M. (2000). The distributed human neural system for face perception. Trends Cogn Sci, 4, 223-233.

Hecaen, A. & Angelergues, R. (1962). Agnosia for faces. Archieves of Neurology (Chicago), 7,92-100

Heidenreich SM, Turano KA (2011) Where Does One Look When Viewing Artwork in a Museum? Empirical Studies of the Arts 29: 51–72.

Hekkert P, Leder H (2008) Product aesthetics. In: Schifferstain H, Hekkert P, eds. Product experience. London: Elsevier Ltd. pp 259–285.

Henderson JM, Hollingworth A (1999) High-level scene perception. Annual Review of Psychology 50: 243–271.

Herder, J.G. Sul conoscere e il sentire dell'anima umana, in «aisthesis», 2, 2009, 1, pp. 99-129.

Hess EH, Polt JM (1960) Pupil size as related to interest value of visual stimuli. Science 132:349–350

Hess, E. H., Seltzer, A. L., and Shlien, J. M. (1965). Pupil response of hetero- and homosexual males to pictures of men and women: a pilot study. J. Abnorm. Psychol. 70, 165–168.

Heyes CM (1998). Theory of mind in nonhuman primates. Behav Brain Sci. 1998 Feb;21(1):101-14; discussion 115-48.

Hietanen, J. (1999) Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? Neuroreport 10, 3443–3447

Hill M.L., Craig K.D. (2002). Detecting deception in pain expressions: the structure of genuine and deceptive

Hilliard, RD (1973) Hemispheric laterality effects on a facial recognition task in normal subjects. Cortex 9:246 –258

Hoffman, E. and Haxby, J. (2000) Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. Nat. Neurosci. 3, 80–84

Horley, K., Williams, L. M., Gonsalvez, C., & Gordon, E. (2004). Face to face: visual scanpath evidence for abnormal processing of facial expressions in social phobia. Psychiatry Research, 127, 43-53.

Hsiao, J. H., & Cottrell, G. W. (2009). Not all visual expertise is holistic, but it may be leftist. Psychological Science, 20, 455–463.

Hsiao, J. H.-W., & Cottrell, G. (2008). Two fixations suffice in face recognition. Psychological Science, 19, 998–1006.

Hsieh J.C. (1995). Central processing of pain: functional imaging studies of pain. Stockholm: Monograph vol. ISBN 91-628-1722-1, pp. 1-128.

Huey, E. B. (1968) The psychology and pedagogy of reading. Cambridge, MA: MIT Press

Hugdahl, K., Iversen, P. M., & Johnsen, B. H. (1993). Laterality for facial expressions—Does the sex of the subject interact with the sex of the stimulus face. Cortex, 325–331.

Humphrey NK, McManus C. (1973) Status and the left cheek. New Scientist. 59: 437–39.

Husserl E. (1998). Meditazioni cartesiane con l'aggiunta dei Discorsi parigini (a cura di F. Costa). Milano: Fabbri.

Hutchison WD, Davis KD, Lozano AM, Tasker RR, Dostrovsky JO (1999): Pain-related neurons in the human cingulate cortex. Nat Neurosci 2:403–405.

Ingvar M (1999) Pain and functional imaging. Philos Trans R Soc Lond Biol 354:1347-1358

International Association for the Study of Pain Task Force on Taxonomy (1994) Classification of chronic pain: descriptions of chronic pain syndromes and definitions of pain terms. IASP Press, Seattle, WA

Iseminger, G. (2003). Aesthetic experience. In J. Levinson (Ed.), The Oxford handbook of aesthetics (pp. 99–116), Oxford.

Ishai A, Ungerleider LG, Haxby JV (2000) Distributed neural systems for the generation of visual images. Neuron 28:979 –990. CrossRef Medline

Ishizu, T., & Zeki, S. (2013). The brain's specialized systems for aesthetic and perceptual judgment. European Journal of Neuroscience, 37, 1413–1420.

Itier RJ and Taylor MJ. N170 or N1? (2004) Spatiotemporal differences between object and face processing using ERPs. Cerebr Cortex 2004; 14:132–142.

Jackson PL, Brunet E, Meltzoff AN, Decety J. Empathy examined through the neural mechanisms involved in imagining how I feel versus how you feel pain. Neuropsychologia. 2006; 44: 752-761.

Jacobsen, T. (2006). Bridging the arts and sciences: A framework for the Psychology of Aesthetics. Leonardo, 39, 155–162.

Janisse, M. P. (1973). Pupil size and affect: a critical review of the literature since 1960. Can. Psychol. 14, 311–329.

Javal, E. (1990). Essay on the physiology of reading. Ophthalmic and Physiological Optics, 10, 381—384.

Jensen, R., Rasmussen, B.K., Pedersen, B., Lous, I. and Olesen, J., Cephalic muscle tenderness and pressure pain threshold in a general population, Pain, 48 (1992) 197–203.

Jiang Y, He S (2006) Cortical responses to invisible faces: dissociating subsystems for facial-information processing. Curr Biol 16(20):2023–2029

Johansson, R. S., Westling, G., Ba¨ckstro¨m, A., & Flanagan, J. R. (2001). Eye-hand coordination in object manipulation. Journal of Neuroscience, 21, 6917–6932

Johnson, M.H., Dziurawiec, S., Ellis, H.D., & Morton, J. (1991/a). Newborns' Preferential Tracking of Face-Like Stimuli and its Subsequent Decline. "Cognition" 40: 1-19.

Jones A.K., Brown W.D., Friston K.J., Qi L.Y., & Frackowiak R.S. (1991). Cortical and subcortical localization of response to pain in man using positron emission tomography. Proceedings of the Royal Society of London - Series B, 244: 39-44.

Joseph, R. M., & Tanaka, J. (2002). Holistic and part-based face recognition in children with autism. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 43, 1–14.

Kant, I. (1914). The critique of judgement (J. H. Bernard, Tran.) (2nd ed.). London: Macmillan and Co.

Kanwisher N. (2000). Domain specificity in face perception. Nat. Neurosci. 3, 759–763.

Kanwisher N. (2010). Functional specificity in the human brain: a window into the functional architecture of the mind. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 107, 11163–11170.

Kanwisher, N. et al. (1997) The Fusiform Face Area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. J. Neurosci. 17, 4302–4311

Kanwisher, N., & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 361, 2109–2128

Ketter T.A., Andreason P.J., George M.S., Herscovich P., & Post R.M. (1993). Paralimbic rCBF increases during procaine-induced psychosensory and emotional experiences. Biological Psychiatry, 33: 66A.

Keysers, C., Gazzola, V., (2006). Towards a unifying neural theory of social cognition. Prog. Brain Res. 156, 379–401.

Khatibi A, Dehghani M, Sharpe L, Asmundson GJG, Pouretemad H. (2009) Selective attention towards painful faces among chronic pain patients: evidence from a modified version of the dot-probe. PAIN;142:42–7.

Killgore WD, Yurgelun-Todd DA (2004) Activation of the amygdala and anterior cingulate during nonconscious processing of sad versus happy faces. Neuroimage 21(4):1215–1223

Kirk, U., Skov, M., Hulme, O., Christensen, M. S., & Zeki, S. (2009). Modulation of aesthetic value by semantic context: An fMRI study. NeuroImage, 44, 1125–1132.

Kirsch, L.P. and Urgesi, C. and Cross, E.S. (2015) Shaping and reshaping the aesthetic brain: Emerging perspectives on the neurobiology of embodied aesthetics Neurosci Biobehav Rev.62:56-68.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F., & Cohen, D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. Archives of General Psychiatry, 59, 809–816.

Lacey, S., Hagtvedt, H., Patrick, V. M., Anderson, A., Silla, R., Deshpande, G., . . . Sathian, K. (2011). Art for reward's sake: Visual art recruits the ventral striatum. NeuroImage, 55, 420–433.

Lamm, C., Decety, J., Singer, T., (2011). Meta-analytic evidence for common and distinct neural networks associated with directly experienced pain and empathy for pain. NeuroImage, 54, 2492–2502.

Land, M. (2004). Eye movements in daily life. In L. Chalupa & J. Werner (Eds.), The visual neurosciences (vol. 2, pp. 1357–1368). Cambridge, MA: MIT Press.

Langton, S.R.H. et al. (2000) Do the eyes have it? Cues to the direction of social attention. Trends Cognit. Sci. 4, 50–59

Latto R. (1996) Turning the other cheek: profile direction in self-portraiture. Empirical studies of the Arts.; 14: 89–96.

Le Meur O, Chevet JC (2010) Relevance of a feed-forward model of visual attention for goal-oriented and free-viewing tasks. IEEE Transactions on Image Processing 19: 2801–2813.

Leder, H., & Nadal, M. (2014). Ten years of a model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments: The aesthetic episode – Developments and challenges in empirical aesthetics. British Journal of Psychology. 443-464. DOI: 10.1111/bjop.1208.

Leder, H., Bär, S., and Topolinski, S. (2012). Covert painting simulations influence aesthetic appreciation of artworks. Psychol Sci. 23 (12), 1479-81.

Leder, H., Belke, B., Oeberst, A. & Augustin, D. (2004). A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgements. British Journal of Psychology, 95, 489-508.

Leder, H., Gerger, G., Brieber, D., & Schwarz, N. (2014). What makes an art expert? Emotion and evaluation in art appreciation. Cognition and Emotion, 6, 1137–1147

Lee M.C., Mouraux A., & Iannetti G.D. (2009). Characterizing the cortical activity through which pain emerges from nociception. The Journal of Neuroscience, 29: 7909-7916.

Lengger, P. G., Fischmeister, F. P. S., Leder, H., & Bauer, H. (2007). Functional neuroanatomy of the perception of modern art: A DC-EEG study on the influence of stylistic information on aesthetic experience. Brain Research, 1158, 93–102.

Leonards, U., & Scott-Samuel, N. E. (2005). Idiosyncratic initiation of saccadic face exploration in humans. Vision Research, 45, 2677–2684.

Leslie AM (1987), “Pretence and representation. The origins of “theory of mind”, Psychol.Rev. 94, pp. 412-426.

Levine, S. C., & Koch-Weser, M. P. (1982). Right hemisphere superiority in the recognition of famous faces. Brain and Cognition, 1, 10–22.

Levine, S. C., & Levy, J. (1986). Perceptual asymmetry for chimeric faces across the life span. Brain and Cognition, 5, 291–306.

Levine, S. C., Banich, M. T., & Koch-Weser, M. (1984). Variations in patterns of lateral asymmetry among dextrals. Brain and Cognition, 3, 317–334

Levine, S. C., Banich, M. T., & Koch-Weser, M. P. (1988). Face recognition: a general or specific right hemisphere capacity? Brain and Cognition, 8, 303–325.

Levy, J., Heller, W., Banich, M. T., & Burton, L. A. (1983). Asymmetry of perception in free viewing of chimeric faces. Brain and Cognition, 2, 404–419.

Levy, J., Trevarthen, C., & Sperry, R. W. (1972). Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnexion. Brain, 95, 61–78.

Lindell AK. Capturing their best side? Did the advent of the camera influence the orientation artists chose to paint and draw in their self-portraits? Laterality. 2012; 18: 319–328. doi: 10.1080/1357650X. 2012.673622 PMID: 22746204

Liossi C, Schoth DE, Bradley BP, Mogg K. (2009) Time course of attentional bias for pain related cues in chronic daily headache sufferers. Eur J Pain; 13:963–9.

Liossi C, White P, Croome N, Hatira P. Pain-related bias in the classification of emotionally ambiguous facial expressions in mothers of children with chronic abdominal pain. (2012) PAIN; 153:674–81.

Liossi C. Attentional biases in chronic pain: do they exist and does it really matter? (2012) PAIN;153:9–10.

Liossi, C., Schoth, D., Godwin, H., Liversedge, S. (2014). Using eye movements to investigate selective attention in chronic daily headache. Pain 155, 503–510.

Lipps Th. (1906). 'Einfühlung und ästhetischer genuß'. Die Zukunft; 16:100-14

Lipps, T. (1903b) Einfulung, innere nachahmung und organenempfindung. Archiv. F. die Ges. Psy., vol I, part 2. Leipzig: W. Engelmann.

Lipps, Th. (1899) 'Aesthetische Einfühlung' in Zeitschrift für Psychologie, Nr. 22, S. 415-450.

Liu J, Harris A, Kanwisher N. (2002). Stages of processing in face perception: An MEG study. Nature Neuroscience. 5(9): 910-916

Liu, J., Harris, A., Mangini, M., Wald, L., Kwong, K., Kanwisher, N. (2003). Distinct representations of face in the FFA and the OFA: an fMRI study. Soc Neurosci Abstr, 128, 3.

Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. Trends in Cognitive Sciences, 4, 6–14.

Locher P (2006) The usefulness of eye movement recordings to subject an aesthetic episode with visual art to empirical scrutiny. Psychology Science 48: 106.

Locher P, Cavegn D, Groner M, Muller P, d'Ydewalle G, et al. (1993) The effects of stimulus symmetry and task requirements on scanning patterns. In: d'Ydewalle G, Van Rensbergen J, eds. Perception and cognition. Amsterdam: Elsevier Science. pp 59–69.

Locher P, Overbeeke K, Wensveen S (2010) Aesthetic interaction: A framework. Design Issues 26: 70–79.

Locher PJ, Krupinski EA, Mello-Thoms C, Nodine CF (2007) Visual interest in pictorial art during an aesthetic experience. Spatial Vision 21: 55–77.

Locher, P., & Nodine, C. (1987). Symmetry catches the eye. In J.K. O'Regan & A. Levy-Schoen (Eds.), Eye movements: From physiology to cognition (pp. 353–361). Amsterdam: Elsevier Science Publishers

Loeser JD, Treede RD. (2008), The Kyoto protocol of IASP basic pain terminology. Pain 2008;137: 473–7

Loftus, G. R., Mackworth, N. H. (1978). Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. Journal of Experimental Psychology: Applied, 4, 565—572.

Luh, K. E., Redl, J., & Levy, J. (1994). Left- and right-handers see people differently: free-vision perceptual asymmetries for chimeric stimuli. Brain and Cognition, 25, 141–160.

Luh, K. E., Rueckert, L. M., & Levy, J. (1991). Perceptual asymmetries for free viewing of several types of chimeric stimuli. Brain and Cognition, 16, 83–103.

Macchi Cassia, V., Simion, F., Milani, I., and Umiltà, C. A. (2002). Dominance of global visual properties at birth. J. Exp. Psychol. Gen. 4, 398–411.

Macchi Cassia, V., Turati, C., and Simion, F. (2004). Can a non-specific bias toward top-heavy patterns explain newborns' face preference? Psychol. Sci. 15, 379–383.

Macchi Cassia, V., Valenza, E., Simion, F., and Leo, I. (2008). Congruency as a nonspecific perceptual property contributing to newborns' face preference. Child Dev. 79, 807–820.

MacPherson Se, Phillips LH, Della Sala S. (2006) Age related differences in the ability to perceive sad facial expressions. Aging Clin Exp Res; 18:418-24

Marsh, A. A., Kozak, M. N., & Ambady, N. (2007). Accurate identification of fear facial expressions predicts prosocial behavior. Emotion, 7(2), 239.

Marzoli, D., Prete, G., Tommasi, L. (2014). Perceptual asymmetries and handedness: a neglected link?. Frontiers in Psychology, 5, 163. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00163

Massaro D, Savazzi F, Di Dio C, Freedberg D, Gallese V, et al. (2012) When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study. PLoS ONE 7(5): e37285.

Matravers, D. (2003). The aesthetic experience. British Journal of Aesthetics, 43(2), 158–174.

Matravers, D., & Levinson, J. (2005). IIdJerrold Levinson. Supplement to the Proceedings of the Aristotelian Society, 79(1), 211–227

Matravers, D., 2003. The aesthetic experience. Br. J. Anaesth. 43 (2), 158–174.

Maurer, D. (1985). Infants' perception of facedness. In T. Field & N. Fox (Eds.), Social perception in infants (pp. 73–100). New Jersey: Ablex

Mazzola L., Isnard J., Peyeron R., Guénot M., & Mauguiére F. (2009). Somatotopic organization of pain responses to direct electrical stimulation of the human insular cortex. Pain, 146: 99-104.

Mazzotta S. (2008) in 'I neuroni a specchio, l'empatia e la coscienza'. Annali del dipartimento di Filosofia, XIII (2007), pp. 185-209, ISSN 1824-3770 (online).

McCarthy G, Puce A, Belger A, Allison T. (1999) Electrophysiological studies of human face perception: II. Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. Cerebral Cortex. 1999; 9:431–444.

McCarthy, G. et al. (1997) Face-specific processing in the human fusiform gyrus. J. Cogn. Neurosci. 9, 605–610

McCrystal KN, Craig KD, Versloot J, Fashler SR, Jones DN. (2011) Perceiving pain in others: validation of a dual processing model. PAIN; 152:1083–9.

Melzack R, Casey KL (1968) Sensory, motivational and central control determinants of pain: a new conceptual model. In: Kenshalo DR (ed) The skin senses. Thomas, Springfield, IL, pp 423-443

Merleau-Ponty M. (1945), Phénoménologie de la perception, Gallimard, Paris 1945, tr. it. di A. Bonomi, Fenomenologia della percezione, Bompiani, Milano, 2003.

Mertens, I., Siegmund, H., & Grüsser, O. J. (1993). Gaze motor asymmetries in the perception of faces during a memory task. Neuropsychologia, 31, 989–998.

Mohammadi S, Dehgani M, Sharpe L, Heidari M, Sedaghat M, Khatibi A. (2012) Do main caregivers selectively attend to pain-related stimuli in the same way that patients do? PAIN; 153:62–7.

Molnar F.: Advances in Intrinsic Motivation and Aesthetics. Plenum Press, New York, 1981, ch. About the role of visual exploration in aesthetics, pp. 385–413.

Morimoto, C, M., Mimica, M, R, M. (2005). Eye gaze tracking techniques for interactive applications. Computer vision and image understanding, 98(1),4-24.

Morris JP, Pelphrey KA, McCarthy G (2007) Face processing without awareness in the right fusiform gyrus. Neuropsychologia 45:3087–3091. CrossRef Medline

Morrison I, Lloyd D, di Pellegrino G, Roberts N (2004) Vicarious responses to pain in anterior cingulate cortex: is empathy a multisensory issue? Cogn Affect Behav Neurosci 4:270-278

Morton, J., & Johnson, M.H. (1991). CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition. "Psychological Review" 98 (2): 164-181.

Nadal, M. (2013). The experience of art: Insights from neuroimaging. Progress in Brain Research, 204, 135–158.

Nicholls, M. E. R., Clode, D., Wood, S. J., and Wood, A. G. (1999). Laterality of expression in portraiture: putting your best cheek forward. Proc. R. Soc. Lond. 226, 1517–1522.

Nicholls, MER., Ellis, BE., Clement, JG., Yoshino, M. (2004) Detecting hemifacial asymmetries in emotional expression with three-dimensional computerized image analysis. Proc Biol Sci;271(1540):663-8

Nunnally, J. C., Knott, P. D., Duchnowski, A., and Parker, R. (1967). Pupillary responses as a general measure of activation. Percept. Psychophys. 2, 149–155.

Oldfield R.C. (1971). The Assessment And Analysis Of Handedness: The Edinburgh Inventory. Neuropsychologia 9(1):97-113.

Ortony, A. (1991). Value and emotion. In W. Kessen, A. Ortony, & F. Craik (Eds.), Memories, thoughts, and emotions: Essays in honor of George Mandler (pp. 337–353). Hillsdale, NJ: Erlbaum

Palmer, S. E. (1991). "Goodness, gestalt, groups, and garner: local symmetry subgroups as a theory of figural goodness," in The perception of structure: Essays in honor of Wendell R. Garner, eds G. R. Lockhead and J. R. Pomerantz (Washington, DC: American Psychological Association), 23–39.

Panksepp, J. (1998). Affective Neuroscience: the foundation of human and animal emotion. Oxford University Press, New York.

Papez JW (1937) A proposed mechanism of emotion. Arch Neurol Psychiatry 38:725-743

Parente, R. & Tommasi, L. (2008). A bias for the female face in the right hemisphere. Laterality, 13, 374-386

Partala, T., Surakka, V. (2003). Pupil size variation as an indication of affective processing. International Journal of Human-Computer Studies, 59, 185-198.

Pearce MT, Zaidel DW, Vartanian O, Skov M, Leder H, Chatterjee A, Nadal M (2016) Neuroaesthetics: The Cognitive Neuroscience of Aesthetic Experience. Perspect Psychol Sci. 11(2):265-79

Perrett DI, Hietanen JK, Oram MW, Benson PJ (1992). Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 335(1273): 23-30.

Perrett, D. et al. (1982) Visual neurones responsive to faces in the monkey temporal cortex. Exp. Brain Res. 47, 329–342

Peyron R, Laurent B, Garcia-Larrea L (2000) Functional imaging of brain responses to pain: a review and meta-analysis. Neurophysiol Clin 30:263-288

Phillips, M. L., & David, A. S. (1997). Viewing strategies for simple and chimeric faces: An investigation of perceptual bias in normals and schizophrenic patients using visual scan paths. Brain And Cognition, 35, 225–238.

Pinotti, A. (2011), Empatia. Storia di un'idea da Platone al postumano. Laterza Roma-Bari.

Ploner M, Freund HJ, Schnitzler A (1999) Pain affect without pain sensation in a patient with a postcentral lesion. Pain 81:211-214

Porro C.A., Cettolo V., Francescato M.P., & Baraldi P. (1998). Temporal and intensity coding of pain in human cortex. Journal of Neurophysiology, 80: 3312-3320.

Povinelli D., J. Bering, and S. Giambrone (2000). Toward a science of other minds: Escaping the argument by analogy. Cognitive Science, 24(3):509–541.

Powell WR, Schirillo JA (2011) Hemispheric laterality measured in Rembrandt's portraits using pupil diameter and aesthetic verbal judgments. Cogn Emot 25(5):868–885

Powell WR, Schirillo JA. (2009) Asymmetrical facial expressions in portraits and hemispheric laterality: a literature review. Laterality; 14: 545–72. doi: 10.1080/13576500802680336 PMID: 19214864

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? Behavioral and Brain Sciences, 1, 515–526. Previc, F.H. (1994).

Preston SD, de Waal FBM (2002) Empathy: its ultimate and proximate bases. Behav Brain Sci 25:1-71

Price D.D. (2000). Psychological and neural mechanisms of affective dimension of pain. Science, 288: 1769-1772.

Price DD, Harkins SW, Baker C (1987) Sensory-affective relationships among different types of clinical and experimental pain. Pain 28:297-308

Priebe, J.A.; Messingschlager, M.; Lautenbacher, S. (2015). Gaze behaviour when monitoring pain faces: An eye-tracking study. S. Eur J Pain. 2015 Jul; 19(6):817-25.

Prinz, W., 1997. Perception and action planning. Eur. J. Cogn. Psychol. 9, 129–154.

Proverbio, A, M., Calbi, M., Manfredi, M., Zani, A. (2014). Comprehending Body Language and Mimics: An ERP and Neuroimaging Study on Italian Acots and Viewers. Plos one, 9, 3.

Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation of humans viewing eye and mouth movements. Journal of Neuroscience, 18, 2188 –2199.

Pylyshyn Z.W. (1984). Computation and Cognition: Toward a Foundation for Cognitive Science. Cambridge, MA: MIT Press.

Rainville P (2002) Brain mechanisms of pain affect and pain modulation. Curr Opin Neurobiol 12:195-204

Rainville P, Duncan GH, Price DD, Carrier B, Bushnell MC (1997): Pain affect encoded in human anterior cingulate but not somatosensory cortex. Science 277:968–971.

Ramachandran VS, Hirstein W (1999) The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. Journal of Consciousness Studies 6 6: 15–51.

Rausell E, Jones EG (1991) Chemically distinct compartments of the thalamic VPM nucleus in monkeys relay principal and spinal trigeminal pathways to different layers of the somatosensory cortex. J Neurosci 11:226-237

Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A. (1993). What's lost in inverted faces? Cognition, 17, 25-57.

Rizzolatti G, Riggio L, Dascola I, Umilta´ C (1987) Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: Evidence in favor of a premotor theory of attention. Neuropsychologia 25: 31–40]

Rizzolatti G, Umilta` C, Berlucchi G (1971) Opposite superiorities of the right and left cerebral hemispheres in discriminative reaction time to physiognomical and alphabetical material. Brain 94:431– 442. CrossRef Medline

Rizzolatti G., Fadiga L., Gallese V. & Fogassi L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. Cog. Brain Res., 3: 131-141.

Rizzolatti, G., & Fogassi, L. (2014) The mirror mechanism: recent findings and perspectives. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 5; 369(1644): 20130420.

Rizzolatti, G., Craighero, L., 2004. The mirror-neuron system. Annu. Rev. Neurosci.27, 169–192,

Robinson, D. A. (1968). Eye movement control in primates. Science, 161, 1219–1224.

Rogers LJ, Vallortigara G, Andrew RJ. Divided Brains: The biology and behaviour of brain asymmetries. (2013). Cambridge University press.

Rossion, B., Joice, C, A., Cottrell, G., Tarr, M. (2003). Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. NeuroImage, 20, 1609-1624.

Rothkopf CA, Ballard DH, Hayhoe MM (2007) Task and context determine where you look. Journal of Vision 7: 16.1–1620.

Rotshtein P, Vuilleumier P, Winston J, Driver J, Dolan R (2007) Distinct and convergent visual processing of high and low spatial frequency information in faces. Cereb Cortex 17:2713–2724.

Rousselet, G. A., M. J. Mace and M. Fabre-Thorpe (2004) Animal and human faces in natural scenes: How specific to human faces is the N170 ERP component? Journal of Vision 4 (1) 13-21

Sasson, N., Tsuchiya, N., Hurley, R., Couture, S. M., Penn, D. L., Adolphs, R., & Piven, J. (2007). Orienting to social stimuli differentiates social cognitive impairment in autism and schizophrenia. Neuropsychologia, 45, 2580–2588.

Savazzi F, Massaro D, Di Dio C, Gallese V, Gilli G, Marchetti A (2014) Exploring Responses to Art in Adolescence: A Behavioral and Eye-Tracking Study. PLoS ONE 9(7): e102888.

Sbriscia-Fioretti B, Berchio C, Freedberg D, Gallese V, Umiltà MA (2013). ERP modulation during observation of abstract paintings by Franz Kline.PloS ONE 8(10): e75241. doi: 10.1371/journal.pone.0075241.

Schall, J. D., Morel, A., King, D. J., & Bullier, J. (1995). Topography of visual cortex connections with frontal eye field in macaque: convergence and segregation of processing streams. The Journal of Neuroscience, 15, 4464–4487.

Schirillo, J. (2014). Pupil dilatation reflect why Rembrandt biased female portraits leftward and male Rightward. Frontiers in Human Neuroscience. 7, 1-10.

Schirillo, J., and Fox, M. (2006). Rembrandt's portraits: approach or avoid? Leonardo 39, 253–256.

Schoth DE, Liossi C. Attentional bias toward pictorial representations of pain in individuals with chronic headache. (2010) Clin J Pain; 26(3):244-50.

Schoth, DE., Nunes, V., Liossi, C. (2012). Attentional bias towards painrelated information in chronic pain; A meta-analysis of visual-probe investigations. Clin Psychol Rev 32, 13–25.

Schott GD. (2015) Pictures of pain: their contribution to the neuroscience of empathy. Brain. 138(Pt 3):812-20

Schütz-Bosbach, S., Prinz, W., 2007. Prospective coding in event representation. Cogn. Process. 8, 93–102.

Schwartz, M., & Smith, M. L. (1980). Visual asymmetries with chimeric faces. Neuropsychologia, 18, 103–106.

Schyns, P. G., Bonnar, L., & Gosselin, F. (2002). Show me the features! Understanding recognition from the use of visual information. Psychological Science, 402–409.

Sergent J, Signoret JL (1992) Varieties of functional deficits in prosopagnosia. Cereb Cortex 2:375–388.

Sergent, J. (1984). An investigation into component and configural processes underlying face perception. British Journal of Psychology, 75, 221-242

Shallice T. (1982). Specific impairments of planning in frontal lobe damage. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B - Biological sciences, 298: 199-209.

Sharpe L, Dear BF, Schrieber L. (2009) Attentional bias in chronic pain associated with rheumatoid arthritis: hypervigilance or difficulties disengaging? J Pain; 10:329–35.

Shepherd, S.V., Klein, J.T., Deaner, R.O., Platt, M.L. (2009). Mirroring of attention by neurons in macaque parietal cortex. Proceedings of The National Academy of Sciences U S A, 106 (23), 9489-9494.

Shinoda, H., Hayhoe, M. M., & Shrivastava, A. (2001). What controls attention in natural environments? Vision Research, 41, 3535–3546.

Shusterman R., (2000). Pragmatist Aesthetics: Living Beauty, Rethinking Art (Shusterman, 1992; 2nd ed. New York: Rowman and Littlefield, 2000)

Sifneos (1973), Problems of psychotherapy of patients with alexithymic characteristics and physical disease. Psychother Psychosom, 26(2):65-70

Simion, F., and Leo, I. (2010). “A neoconstructivistic approach to the emergence of a face processing system,” in Neoconstructivism: The New Science of Cognitive Development, ed. S. P. Johnson (Oxford: Oxford University Press), 314–332

Simion, F., Di Giorgio, E., (2015) Face perception and processing in early infancy: Inborn predispositions and developmental changes. Frontiers in Psychology - Perception Science,

Simion, F., Valenza, E., Macchi Cassia, V., Turati, C., and Umiltà, C. A. (2002). Newborns’ preference for up-down asymmetrical configurations. Dev. Sci. 5, 427–434. doi: 10.1111/1467-7687.00237

Simon D, Craig KD, Gosselin F, Belin P, Rainville P. Recognition and discrimination of prototypical dynamic expressions of pain and emotions. (2008) PAIN; 135:55–64.

Singer T, Frith C (2005) The painful side of empathy. Nat Neurosci 8:845-846

Singer T, Seymour B, O’Doherty J et al (2004) Empathy for pain involves the affec- 266 tive but not sensory components of pain. Science 303:1157-1162

Skinner, M. & Mullen, B. 1991 Facial asymmetry in emotional expression: a meta-analysis of research. Br. J. Social Psychol. 30, 113–124.

Slater, A., Bremner, C., Johnson, S.P., Sherwood, P., Hayes, R., & Brown, E. (2000). Newborn Infants' Preference for Attractive Faces: The Role of Internal and External Facial Features. "Infancy" 1(2): 265–274.

Slater, A., Von Der Schulenburg, C., Brown, E., Badenoch, M., Butterworth, G., Parsons, S., & Samuels, C. (1998). Newborn infants prefer attractive faces. "Infant Behavior and Development" 21: 345–354.

Sporns, O., Betzel, R. (2015). Modular Brain Networks. Annual Rev. Psychol. 67, 19.

Sprague, J. M., Berlucchi, G., and Rizzolatti, G. (1973). "The role of the superior colliculus and pretectum in vision and visually guided behavior," in Handbook of Sensory Physiology, Vol. 7/3, ed. R. Jung (Berlin: Springer-Verlag), 27–101.

Stein, E. (1912). On the problem of Empathy. The Hague: Martinus Nijhoff, 1964.

Stern, D.N. (1985), The interpersonal World of the Infant, London, Karnac Books.

Strigo I.A., Duncan G.H., Boivin M., & Bushnell C. (2003). Differentiation of visceral and cutaneous pain in the human brain. Journal of Neurophysiology, 89: 3294-3303.

Sullivan MJL, Martel MO, Tripp DA, Savard A, Crombez G. (2006) Catastrophic thinking and heightened perception of pain in others. PAIN; 123:37–44.

Sullivan, M.J.L., Bishop, S.R., Pivik, J. (1995) The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation. Psychological Assessment; 7: 524-532

Sullivan, MJ. (2009). The Pain Catastrophizing Scale: User Manual. McGill University, Departments of Psychology, Medicine, and Neurology School of Physical and Occupational Therapy. Montreal: McGill University.

Sullivan, S., Ruffman, T., Hutton, S, B. (2007). Age differences in Emotional Recognition Skills and the Visual Scanning of Emotion Faces. Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 62b(1),53-60.

Tanaka, J. W., & Farah, M. J. (1993). Parts and wholes in face recognition. Quarterly Journal of Experiment Psychology, 225-245

Taylor, G. J., Bagby, R. M., Parker, J. D.A. (1997). Disorders of affect regulation. Alexithy- mia in medical and psychiatric illness. Cambridge University: Cambridge. (tr.it. I disturbi della regolazione affettiva. L'alessitimia nelle malattie mediche e psichiatriche. Fioriti: Roma, 2000).

Thomson E (2001) Empathy and consciousness. J Consc Stud 8:1-32

Ticini, L., Urgesi, C., Calvo-Merino, B., 2015. Embodied aesthetics: insight from cog-nitive neuroscience of performing arts. In: Scarinzi, A. (Ed.), Aesthetics and theEmbodied Mind: Beyond Art Theory and the Cartesian Mind-Body DichotomySE-7, Contributions To Phenomenology. Springer, Netherlands, pp. 103–115,

Ticini, L.F., Rachman, L., Pelletier, J., Dubal, S., 2014. Enhancing aesthetic appreciationby priming canvases with actions that match the artist's painting style. Front.Hum. Neurosci. 8, 391, http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2014.00391.

Tobii Technology (2006). User manual: Tobii eye-tracker and ClearView analysis software. Stockholm, Sweden: Tobii Technology AB.

Tobii Techonology (2010). Timing guide for Tobii Eye-trackers and Eye-trackers software. Stockholm, Sweden: Tobii Technology AB.

Tomasello, M. et al. (1998) Five primate species follow the visual gaze of conspecifics. Anim. Behav. 55, 1063–1069

Torro-Alves, N., de Sousa, J.P.M., Fukusima, S.S. (2011). Hemispheric asymmetries on the perception of facial expressions: A divided visual field study. Psicologia USP 22; 1: 181-196.

Tran TB, Siemer M, Joormann J. (2011) Implicit interpretation biases affect emotional vulnerability: a training study. Cogn Emot 25:546–58.

Trost Z, France C, Thomas J. Pain-related fear and avoidance of physical exertion following delayed onset muscle soreness. PAIN_ 2011; 152:1540–7.

Tsuchiya N, Koch C (2005) Continuous flash suppression reduces negative afterimages. Nat Neurosci 8(8):1096–1101

Tsuchiya N, Koch C, Gilroy LA, Blake R (2006) Depth of interocular suppression associated with continuous flash suppression, flash suppression, and binocular rivalry. J Vis 6(10):1068–1078

Turati, C., & Simion, F. (2002). Newborns' recognition of changing and unchanging aspects of schematic faces. "Journal of Experimental Child Psychology" 83: 239-261.

Turati, C., Simion, F., Milani, I., & Umiltà, C. (2002). Newborns' Preference for Faces: What Is Crucial? "Developmental Psychology" 38 (6): 875-882.

Umiltà M.A., Berchio C., Sestito M., Freedberg D., Gallese V. (2012). Abstract art and cortical motor activation: An EEG study. Frontiers in Human Neuroscience, 6: 311. doi: 10.3389/fnhum.2012.00311

Ungerleider, L. and Mishkin, M. (1982) Two cortical visual systems. In Analysis of Visual Behavior (Ingle, D. et al. eds), pp. 549–586, MIT Press

Vaid, J., Singh, M. (1989). Asymmetries in the perception of facial affect: is there an influence of reading habits? Neuropsychologia, 27: 1277-1287.

Valenza, E., Simion, F., Cassia, V.M. & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. "Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance" 22 (4): 892-903.

Van Damme S, Crombez G, Bijttebier P, Goubert L, Van Houdenhove B. (2002) A confirmatory factor analysis of the pain catastrophizing scale: invariant factor structure across clinical and non-clinical populations. PAIN, 96: 319–24.

Van Damme S, Crombez G, Eccleston C. (2004) Disengagement from pain: the role of catastrophic thinking about pain. PAIN; 107:70–6.

Van Damme S, Crombez G, Van Nieuwenborgh-De Wever K, Goubert L. (2008) Is distraction less effective when pain is threatening? An experimental investigation with the cold pressor task. Eur J Pain; 12:60–7.

Van Damme S, Legrain V, Vogt J, Crombez G. (2010) Keeping pain in mind: a motivational account of attention to pain. Neurosci Biobehav Rev;34: 204–13.

Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modrono, C., . . . Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110, 10446– 10453.

Vassallo, S., Cooper, S, L., Douglas, J, M. (2009). Visual scanning in the recognition of facial effect: Is there an observer sex difference? Journal of Vision, 9(3):11, 1-10.

Vervoort T, Caes L, Crombez G, Koster E, Van Damme S, Dewitte L, Goubert L. (2013) Parental catastrophizing about children's pain and selective attention to varying levels of facial expression of pain in children: a dot-probe study. PAIN; 152:1751–7.

Vervoort T, Caes L, Trost Z, Notebaert L, Goubert L. (2012). Parental attention to their child's pain is modulated by threat-value of pain. Health Psychol; 31:623–31.

Vervoort, T., Trost, Z., Prkachin, K., Mueller, S. (2013). Attentional processing of other's facial display of pain: An eye tracking study. Pain 154, 836–844.

Vessel, E. A., Starr, G. G. &Rubin, N. (2012). The brain on art: Intense aesthetic experience activates the default mode network. Frontiers in Human Neuroscience, 6, 66. doi:10.3389/fnhum.2012. 00066

Vischer, R. (1873) Über das optische Formgefühl: Ein Beiträg zur Ästhetik, Leipzig: Credner.

Vischer, R. "L'atto estetico e la forma pura" (1874), tr. it. di I. Amaduzzi in La vita irrimediabile. Un itinerario tra esteticità, vita e arte, a c. di G. Scaramuzza, Alinea, Firenze 1997,

Vogt, B.A., Sikes R.W., & Vogt L. (1993). Anterior cingulated cortex and the medial pain system. In: B.A. Vogt, & M. Gabriel (a cura di), Neurobiology of Cingulate Cortex and Limbic Thalamus, Boston: Birkhäuser, pp. 313-344.

Walker-Smith, G. J., Gale, A. G., & Findlay, J. M. (1977). Eye movement strategies involved in face perception. Perception, 6, 313–326.

Wallraven C, Cunningham D, Rigau J, Feixas M, Sbert M (2009) Aesthetic appraisal of art-from eye movements to computers. Computational Aesthetics 137–144.

Wass, S. V., Smith, T. J., Johnson M. H. (2013). Parsing eye-tracking data of variable quality to provide accurate fixation duration estimates in infants and adults. Behavior Research Methods, 45(1), 229-250.

Webb, S. J., and Nelson, C. A. (2001). Perceptual priming for upright and inverted faces in infants and adults. J. Exp. Child Psychol. 79, 1–22. doi: 10.1006/jecp.2000.2582

Weierich MR, Treat TA, Hollingworth A. Theories and measurement of visual attentional processing in anxiety. Cogn Emot 2008; 22:985–1018.

Wieser MJ, Pauli P, Weyers P, Alpers GW, Mühlberger A. Fear of negative evaluation and the hypervigilance-avoidance hypothesis: an eye-tracking study. J Neural Transm 2009; 116:717–23.

Williams AC (2002) Facial expression of pain: an evolutionary account. Behav Brain Sci 25:439-488

Wirsen, A., Klinteberg, B., Levander, S., & Schalling, D. (1990). Differences in asymmetric perception of facial expression in freevision chimeric stimuli and reaction time. Brain and Cognition, 12, 229–239.

Wolff, W. (1933). The experimental study of forms of expression. Character & Personality, 2, 168–176.

Xenakis, I., Arnellos, A., Darzentas, J., (2012) The functional role of emotions in aesthetic judgment. New Ideas in Psychology 30(2):212-226.

Xiao, N.G., Quinn, P.C., Wheeler, A., Pascalis, O., Lee, K. (2014). Natural, but not artificial, facial movements elicit the left visual field bias in infant face scanning. Neuropsychologia, 65, 175-183.

Yang, Z., Jackson, T., Gao, X., Chen, H. (2012). Identifying selective visual attention biases related to fear of pain by tracking eye movement within a dot-probe paradigm. Pain 153, 1742-1748.Adolphs R (2003) Cognitive neuroscience of human social behaviour. Nat Rev Neurosci 4:165-178

Yasui Y, Breder CD, Saper CB, Cechetto DF (1991): Autonomic responses and efferent pathways from the insular cortex in the rat. J Comp Neurol 303:355–374.

Yi, L., Quinn, P, C., Feng, C., Li, J., Ding, H. Lee, K. (2014). Do individuals with autism spectrum disorder process own- and other-race face differently? Vision Research

Yin, R. K. (1969). Looking at upside-down faces. Journal of Experimental Psychology, 81, 141–145.

Young, A. W., Hellawell, D., & Hay, D. C. (1987). Configurational information in face perception. Perception, 16, 747-759.

Yovel, G., & Kanwisher, N. (2005). The neural basis of the behavioral face-inversion effect. Current Biology, 15, 2256–2262

Yovel, G., Tambini, A., & Brandman, T. (2008). The asymmetry of the fusiform face area is a stable individual characteristic that underlies the left-visual-field superiority for faces. Neuropsychologia, 46, 3061–3068.

Zangemeister WH, Sherman K, Stark L (1995) Evidence for a global scanpath strategy in viewing abstract compared with realistic images. Neuropsychologia 33: 1009–1025.

Zangwill, N. (1998). The concept of the aesthetic. European Journal of Philosophy, 6(1), 78–93.

Zeki S. (1999) La visione dall'interno., Bollati Boringhieri Torino 2010.

Zellner DA, Lankford M, Ambrose L, Locher P (2010) Art on the plate: Effect of balance and color on attractiveness of, willingness to try and liking for food. Food Quality and Preference 21: 575–578.

Zhang ZH, Dougherty PM, Oppenheimer SM (1999): Monkey insular cortex neurons respond to baroreceptive and somatosensory convergent inputs. Neuroscience 94:351–360.

Sitografia

Gallese, Vittorio, (2008) “Il corpo teatrale: mimetismo, neuroni specchio, simulazione inarnata”, in Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Neuroscienze, http://www.unipr.it/arpa/mirror/pubs/pdffiles/cultureteatrali_2008.pdf, consultato il 23/08/2016;

Gallese, Vittorio, (2010b) “Corpo e azione nell'esperienza estetica. Una prospettiva neuroscientifica”, in Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Neuroscienze, http://www.unipr.it/arpa/mirror/pubs/pdffiles/Gallese/2010/mente_bellezza_2010.pdf, consultato il 15/08/2016;

Lancellotti G. (2001) in “Note sul concetto di empatia”. Script riflessioni-i campi della soggettività http://www.script-pisa.it/rivista/script_riflessioni_2/note_concetto_empatia_1a_parte.php, consultato il 27/08/2016.

The Eye-Tracking Company (2010), “Eye-Trackers per la Ricerca”, Srlabs, http://www.fondazionevialliemauro.org/wp-content/uploads/2014/02/Approfondimento EyeTrackers.pdf, consultato il 15/6/2016