

**Università degli Studi di Padova**

**Dipartimento di Medicina**

**Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'Attività  
Motoria Preventiva e Adattata**

Tesi di laurea:

**Studio cinematografico sulle espressioni di rabbia e tristezza**

Relatrice: *Prof.ssa Luisa Sartori*

Correlatrice: *Prof.ssa Elisa Straulino*

Laureanda: Giulia Rocchi

N° di Matricola: 2027096

ANNO ACCADEMICO

2022/2023

# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	4
<b>INTRODUZIONE</b>	5
<b>LE EMOZIONI</b>	7
<b>1. CORRELATI NEURALI DELLE EMOZIONI</b>	9
<i>1.1 Correlati neurali delle emozioni di rabbia e tristezza</i>	11
<b>LE ESPRESSIONI DELLE EMOZIONI</b>	11
<b>1. ANATOMIA DEL VOLTO</b>	15
<i>1.1 Morbo di Parkinson</i>	17
<i>1.2 Le microespressioni</i>	19
<b>2. ESPRESSIONI SPONTANEE E IN POSA</b>	19
<b>TECNICHE DI STUDIO DELLE ESPRESSIONI FACCIALI DELLE EMOZIONI</b>	24
<b>1. TECNICHE BASATE SUL FACS</b>	24
<b>2. CODIFICA AUTOMATICA</b>	25
<b>MATERIALI E METODI</b>	26
<b>1. IPOTESI SPERIMENTALE</b>	26
<b>2. DICHIARAZIONE ETICA</b>	26
<b>3. CAMPIONE</b>	26
<b>4. APPARATO SPERIMENTALE</b>	27
<b>5. PROCEDURA SPERIMENTALE</b>	28
<b>6. ANALISI TRIDIMENSIONALE DEL MOVIMENTO</b>	31
<b>7. ANALISI STATISTICA</b>	33
<b>RISULTATI</b>	34
<b>DISCUSSIONE</b>	39
<b>CONCLUSIONE</b>	42
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	43



## ABSTRACT

Le espressioni facciali sono il più potente e naturale mezzo di comunicazione tra gli esseri umani. Grazie alle espressioni emotive possiamo trasmettere ciò che proviamo in maniera spontanea o posata, ovvero mostrando ciò che realmente sentiamo o simulando il nostro stato d'animo. Le ricerche passate hanno analizzato queste condizioni utilizzando approcci di codifica manuale, come il *Facial Action Coding System (FACS)*. Questo metodo richiede molto tempo per l'analisi di ogni singolo video, motivo per cui ad oggi si utilizza sempre più l'intelligenza artificiale che può raggiungere un'affidabilità del 90%.

La presente ricerca si pone come obiettivo quello di analizzare attraverso una tecnica quantitativa, ovvero l'analisi 3-D del movimento, le espressioni di rabbia e tristezza, evidenziandone le differenze tra la spontaneità e la simulazione in posa delle stesse, in termini di spazio, tempo e velocità.

Ai partecipanti è stato chiesto di osservare dei video che evocassero le emozioni di rabbia e tristezza. Successivamente i partecipanti eseguivano le espressioni di rabbia e tristezza senza il contributo dei video emotivi (espressione in posa). Entrambe le espressioni sono state poi analizzate da un sistema di analisi del movimento 3-D.

I risultati mostrano che le espressioni di rabbia evidenziano tipicamente movimenti più veloci, al contrario della tristezza che esibisce movimenti a bassa velocità. I profili di velocità specifici delle emozioni portano a una migliore precisione nel riconoscimento delle emozioni. Pertanto, possiamo comprendere l'importanza della velocità del movimento sia nella produzione che nel riconoscimento delle emozioni facciali.

Questo studio rappresenta un punto di partenza importante per caratterizzare, con sempre più precisione, le espressioni delle emozioni.

## INTRODUZIONE

Le emozioni sono considerate eventi psichici complessi, frutto dell'interazione di molteplici aspetti. Le procedure sperimentali hanno individuato alcune componenti di base: le reazioni fisiologiche misurabili; le peculiari espressioni facciali, posturali e comportamentali di ogni emozione; i vissuti soggettivi di tipo qualitativo (tristezza, gioia, ecc.) e l'interazione con i processi cognitivi (REF).

Il volto costituisce la sede corporea specializzata nel segnalare emozioni. Questo è composto da 43 muscoli che muovendosi possono creare più di diecimila espressioni. Gli scienziati però sostengono che solo alcune di queste trasmettono specifiche emozioni (Heaven, 2020).

Uno dei primi studiosi a interrogarsi sulle emozioni fu Charles Darwin. Nei suoi studi notò che i primati compiono dei movimenti del volto che possono essere ricondotti ad espressioni umane riferite al disgusto e alla paura (Darwin, 1872). Secondo la sua teoria, infatti, l'espressione delle emozioni è un risultato adattivo dovuto alla selezione naturale.

Lo psicologo statunitense Paul Ekman, negli anni '60 e '70 del secolo scorso, ispirandosi alle scoperte di Darwin, ha compiuto una serie di ricerche riguardo l'universalità delle emozioni, dimostrando che alcune espressioni facciali vengono riconosciute in tutto il mondo indipendentemente da: genere, origine, etnia e grado d'istruzione. Ha definito così, a seguito di numerose interviste, le sei emozioni primarie: felicità, tristezza, paura, rabbia, sorpresa, disprezzo e disgusto. Alcuni dati a conferma del carattere innato delle espressioni sono stati ricavati dal suo studio compiuto presso una tribù isolata della Nuova Guinea (Ekman et al., 1969).

Esaminando la letteratura sul tema, emerge che l'espressione e il riconoscimento delle emozioni facciali (genuine o in posa) hanno un ruolo fondamentale nella vita quotidiana, in particolare nella sfera delle interazioni sociali (Ekman & Friesen, 1975). Percepire le reazioni emotive dell'altro come autentiche, infatti, potrebbe promuovere la socializzazione e l'interazione (Reed & DeScioli, 2017). Ekman e Friesen, a tal proposito, hanno validato una nuova procedura con lo scopo di comprendere la natura dell'emozione osservata (genuina o in posa), mettendo a confronto diverse fotografie di volti rappresentanti sorpresa, paura, disgusto, rabbia, felicità e tristezza.

Il monitoraggio delle espressioni facciali è anche promettente per la diagnosi precoce di varie condizioni cliniche come il morbo di Parkinson (Bologna et al., 2016). Nei pazienti con questa patologia è stata individuata una ridotta capacità di espressione facciale e una difficoltà nel riconoscimento delle emozioni altrui.

Lo studio dell'espressione delle emozioni è stato recentemente messo in relazione alla locomozione. Si è scoperto che le emozioni influenzano fortemente la cinematica del cammino, in particolare la sua velocità. Per tutte le emozioni tranne per la tristezza, l'ampiezza degli angoli di elevazione della

coscia cambiano rispetto ai soggetti in una condizione emotiva neutra. Anche il piano intersegmentale era orientato diversamente, specialmente durante la rabbia (Barliya et al., 2012).

Di fondamentale importanza sono stati anche i lavori che hanno analizzato gli aspetti dinamici delle espressioni facciali, che hanno mostrato come le espressioni dinamiche del volto siano più ecologiche rispetto a foto statiche (Ceccarini e Caudek, 2013). In letteratura, però, la maggior parte della ricerca si è focalizzata sullo studio dei movimenti del volto in posa, dove viene chiesto ai partecipanti di riprodurre un'espressione osservando delle immagini, spesso selezionate da database, e di conseguenza espresse in maniera simulata.

Nonostante l'importanza di tale argomento, la relativa mancanza di metodologie oggettive per lo studio scientifico dei fenomeni emotivi limita la nostra attuale comprensione e quindi richiede lo sviluppo di nuove metodologie, come lo studio di modelli animali illustrativi. L'analisi della *Drosophila* e di altri insetti hanno sbloccato nuove opportunità per chiarire i fenotipi comportamentali di fenomeni emotivi.

Al fine di favorire uno studio più spontaneo e dinamico delle espressioni facciali in questo progetto di tesi è stata utilizzata l'analisi cinematica del volto, che permette di esaminare i pattern di velocità, di tempo e di spazio (Castiello, 1995).

In questo studio mi concentrerò sulle emozioni di rabbia e tristezza con lo scopo di comprendere quali siano le differenze tra la spontaneità e la simulazione in posa delle stesse, in termini di spazio, tempo e velocità.

## LE EMOZIONI

Sono molte le ricerche che si sono rivolte allo studio delle emozioni, ognuna delle quali ha generato una corrente di pensiero unica e innovativa. Tale eterogeneità è dovuta alla complessità dell'evento emozionale.

Le emozioni sono definibili come eventi psicologici di breve durata, caratterizzati da più aspetti:

- Specifiche reazioni fisiologiche: quali modifiche della respirazione, della temperatura corporea e dell'attivazione generale dell'organismo;
- Peculiari espressioni facciali, posture corporee e comportamentali. I bambini, ad esempio, mostrano modi innati e facilmente osservabili di esprimere le emozioni attraverso il corpo, il volto e la voce. Izard (1979) ha dimostrato che i neonati hanno la capacità di esprimere interesse, gioia, disagio, disgusto e sorpresa. Alcune teorie, dette del *feedback facciale*, affermano che le sole espressioni facciali e posturali possono elicitarne un vissuto emozionale (Ekman et al., 1983);
- Differenti vissuti soggettivi, ovvero la sfumatura soggettiva di un'emozione;
- Da elaborazioni cognitive.

Le emozioni, dunque, possono essere definite come eventi affettivi intensi, caratterizzati dai quattro punti sopra citati, con rapida insorgenza e rapido decadimento.

Uno dei primi studiosi a interrogarsi sulle emozioni fu Charles Darwin con il suo saggio "*The Expression of Emotion in Man and Animals*" (Darwin, 1872), in cui esamina la possibilità che le emozioni possano essere innate. Per confermare questa tesi l'autore fornisce dei dati volti a dimostrare che le espressioni dell'uomo, come degli animali, sono un semplice prodotto dell'evoluzione. Molte espressioni che denotano paura, rabbia o stupore sono invariate, non solo in uomini di diversa estrazione culturale o appartenenti a civiltà diverse, ma anche in primati non umani. La risata, ad esempio, è molto simile tra l'uomo e lo scimpanzè, a testimonianza di un'origine comune tra le due specie.

È stata, la teoria dell'universalità delle emozioni di Darwin, a ispirare Ekman per la stipulazione della Teoria Neuro-Culturale. Secondo questa teoria le emozioni si fondano su un fattore di natura neurale. Ekman ritiene che all'origine dell'espressione delle emozioni vi sia un numero definito di programmi neurofisiologici innati, di natura genetica, che ne determinano l'universalità.

Attraverso questa teoria Ekman, fece ulteriori scoperte interessanti, come il fatto che l'espressione di sorpresa spesso veniva confusa con l'espressione di paura. Infatti, il primo istante di molte paure è proprio la sorpresa e in ambiente naturale, tutto ciò che sorprende, ed è quindi un evento improvviso o insolito, è potenzialmente pericoloso.

A prescindere dalla teoria dell'universalità delle emozioni, sono stati fatti ulteriori studi di approfondimento in cui si è scoperto dell'esistenza di *display rules*, che sono regole che stabiliscono l'esibizione delle emozioni, a seconda della circostanza sociale. La presenza effettiva di queste norme è stata constatata da uno studio di Ekman e Friesen, in cui esaminarono le reazioni espressive in soggetti americani e giapponesi, evocate dalla visione di un film. In un primo momento gli individui analizzati venivano lasciati soli nella stanza e successivamente venivano raggiunti da uno sperimentatore. Quello che si è confermato è che nella prima condizione, non si verificano differenze nell'espressione delle emozioni tra i due soggetti di nazionalità diversa, nella seconda invece, la presenza dello sperimentatore condizionava notevolmente le risposte facciali. I soggetti giapponesi tendevano a esibire meno le espressioni negative, nascondendole con sorrisi, al contrario dei soggetti americani. Questa differenza è stata attribuita a regole di decodifica delle emozioni apprese culturalmente.

Queste regole non sono presenti solo nell'espressione delle emozioni ma anche nel riconoscimento di queste (Matsumoto et al., 2009). Nel suo lavoro, Matsumoto, coinvolse dei soggetti americani e giapponesi che dovevano riconoscere e riprodurre le espressioni facciali, guardando quarantotto foto raffiguranti le sei emozioni universali. Il risultato evidenziò una maggior precisione da parte degli americani nel rappresentare le emozioni negative rispetto ai giapponesi. Questo evidenzia come in America ci sia maggior individualismo e dunque maggior attenzione ai sentimenti personali, cosa che non accade in Giappone, in cui l'area interiore dell'individuo e la sua libera espressione hanno una valenza minore rispetto alle relazioni sociali.

Un'altra teoria di nota importanza è la *Teoria periferica* di William James (James, 1884). Lo psicologo americano ritiene che l'evento emotigeno generi nel soggetto una successione di risposte viscerali e neurovegetative. La percezione di queste modificazioni fisiologiche da parte del soggetto sarebbe alla base dell'esperienza emotiva. Quindi non piangiamo perché siamo tristi, ma siamo tristi perché piangiamo. Negli anni questa teoria è stata superata da studi successivi, anche se recentemente è stato confermato il ruolo fondamentale delle reazioni fisiologiche sull'intera esperienza emozionale.

Nel 1962 si diffonde invece la *Teoria cognitivo – attivazionale* delle emozioni (Schacter e Singer, 1962). L'emozione è considerata la risultante dell'interazione tra una componente di natura fisiologica e una psicologica. La prima può essere rappresentata dall'attivazione generale dell'organismo, la seconda dalla percezione di questo stato di attivazione.

È lo stesso Ekman che nel 1978 introdurrà il concetto del *Facial Action Coding System* (Ekman e Friesen, 1978), tecnica qualitativa di studio delle espressioni. A ispirare Ekman sono stati gli studi del docente di anatomia nell'università svedese di Lund, Carl-Herman Hjortsjö, che pubblicò nel

1970 il volume “Volto dell’uomo e linguaggio mimico”, in cui codifica le espressioni facciali. In questo studio possiamo ritrovare gli elementi che compongono le sei (più il disprezzo) emozioni di Ekman (rabbia, felicità, tristezza, sorpresa e paura assieme, disprezzo e disgusto).

## 1. CORRELATI NEURALI DELLE EMOZIONI

Le neuroscienze hanno sempre dedicato più attenzione alle basi neuronali dei processi mentali quali il linguaggio, la percezione, l’attenzione e la memoria. Tuttavia, la ricerca più recente si sta indirizzando sempre più verso lo studio delle basi biologiche delle singole e specifiche emozioni. Questo perché si inizia a riconoscere l’idea che alcune emozioni sono il prodotto di sistemi neuronali filogeneticamente antichi, che si sono evoluti e adattati per consentire la sopravvivenza umana.

Alla fine dell’Ottocento, di nota importanza è stata la teoria delle localizzazioni cerebrali. Nasce da studi svolti dallo scienziato tedesco Franz Joseph Gall (1758-1828), secondo cui le diverse categorie emozionali hanno origine in regioni del cervello separabili tra loro. Secondo questa teoria, l’amigdala ha due importanti funzioni: è la sede della paura e il più importante centro nel circuito delle emozioni.

L’amigdala è anche alla base dell’ipotesi neuro-comportamentale del “condizionamento da paura”, che prevede la stimolazione elettrica di quest’area cerebrale, provocando così una risposta difensiva nei ratti.

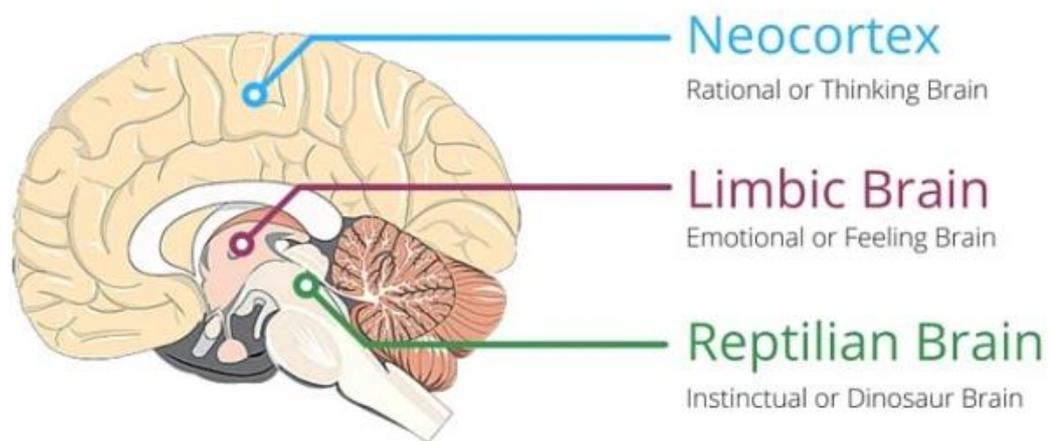
Inoltre, lo psicologo Kluver e il neurochirurgo Bucy scoprirono che una lobectomia temporale eseguita sulle scimmie, che causa la distruzione di ippocampo e amigdala, porta questi animali a non provare più paura. Si è, dunque, evidenziata la relazione tra quest’ultima e la perdita di reazione emozionale verso stimoli pericolosi.

Nel 1949, queste scoperte permisero a MacLean di formulare la *Teoria del sistema limbico*, a introdurre cioè, il concetto di cervello emotivo, formato da varie componenti, tra le quali le più rilevanti: l’amigdala, correlata alla paura, l’ipotalamo, responsabile delle risposte di lotta e fuga, e l’ippocampo, legato all’apprendimento, alla formazione di ricordi e alle risposte di stress.

Soggetti con lesione di amigdala non prestano automaticamente attenzione agli stimoli avversi e a quelli socialmente rilevanti (Kennedy & Adolph, 2010), come avviene invece in individui con amigdala intatta.

È lo stesso McLean, nei primi anni ’70 del ’900, a formulare un modello evolucionistico per l’elaborazione delle emozioni, che prevede la suddivisione del cervello in tre strati distinti. Partendo dall’area corticale più esterna, troviamo il cervello nuovo (Neocorteccia), che si occupa di tutta

l'area relazionale ed emotiva: grazie ad esso possiamo sentire emozioni e provare sentimenti. Al di sotto della corteccia cerebrale è situato il cervello viscerale, porzione più recente dell'encefalo in termini di evoluzione. Quest'ultimo trova nel sistema limbico ed è protagonista nei processi emotivi. Infine, nella parte più piccola e più profonda, vi è il cervello rettiliano, sede degli istinti primari. È chiamato così poiché paragonabile a quello di un rettile in termini di finalità e modalità di funzionamento.



**Figura 1.** Rappresentazione dei tre strati encefalici secondo la teoria di McLean.

Questa teoria di McLean però presupponeva la presenza di un solo sistema a racchiudere l'intero cervello emotivo.

Numerosi studi hanno confermato la presenza di questo errore, tra i quali l'esperimento del neurologo portoghese António Damasio (2000), che utilizza la risonanza magnetica funzionale (fMRI) per indagare sulle attivazioni cerebrali. Quello che ottiene è che emozioni diverse sono mediate da diversi circuiti cerebrali, di conseguenza possiamo affermare di avere differenti sistemi e circuiti emotivi (Damasio et al., 2000).

Un altro noto ricercatore che si è occupato di studiare le emozioni in ambito cognitivo è stato LeDoux. Gli studi dello scienziato americano hanno definito il ruolo cruciale dell'amigdala nel processamento di stimoli paurosi. È proprio questo il tema centrale del suo *Modello a Due Vie*, in cui descrive i due percorsi possibili per elaborare uno stimolo pauroso. La prima è la *Strada Bassa (Via Veloce)*: gli organi di senso traducono le percezioni in stimoli elettrici che arrivano al talamo e da qui raggiungono direttamente l'amigdala. Utilizzando questa via il segnale viene elaborato più rapidamente ma in modo meno dettagliato. Permette una tempestiva attivazione del nostro organismo, così da poter rispondere prontamente ad una minaccia.

La seconda via invece, è la *Strada Alta (Via Lenta)*, che segue una strada diversa rispetto alla precedente. Dopo essere arrivate al talamo, le informazioni vengono inviate prima alla corteccia e solo successivamente all'amigdala. È un percorso più lento ma anche più preciso e raffinato, poiché le informazioni a livello della corteccia vengono integrate con l'amigdala per ottenere la risposta emotiva. Quando la corteccia non viene coinvolta nei processi di codifica, la via bassa permette un'elaborazione inconscia dello stimolo.

Le emozioni sono anche collegate con un'altra componente molto importante: il sistema nervoso Autonomo. È così definito perché coinvolge tutte le reazioni fisiologiche che si svolgono indipendentemente dalla volontà. Questo può essere facilmente notato, per esempio, nel momento in cui una persona prova paura e vi è un improvviso aumento della sudorazione, tremore muscolare e accelerazione del battito cardiaco.

### *1.1 Correlati neurali delle emozioni di rabbia e tristezza*

Per la rabbia è stato svolto un esperimento in cui i partecipanti sono stati insultati per riuscire a evocare tale emozione (Denson et al., 2009). Attraverso l'utilizzo della risonanza magnetica funzionale (fMRI) si è osservato che la corteccia cingolata anteriore dorsale era positivamente correlata ai sentimenti di rabbia.

Questi studi sono anche importanti per aumentare la comprensione dei processi neurali associati al rischio di comportamento aggressivo che mediano l'esperienza soggettiva della rabbia.

Per la tristezza, invece, si è scoperto che tale emozione è associata ad una maggiore attività dell'amigdala nella porzione di sinistra e nel polo temporale destro (Blair et al., 1999).

## LE ESPRESSIONI DELLE EMOZIONI

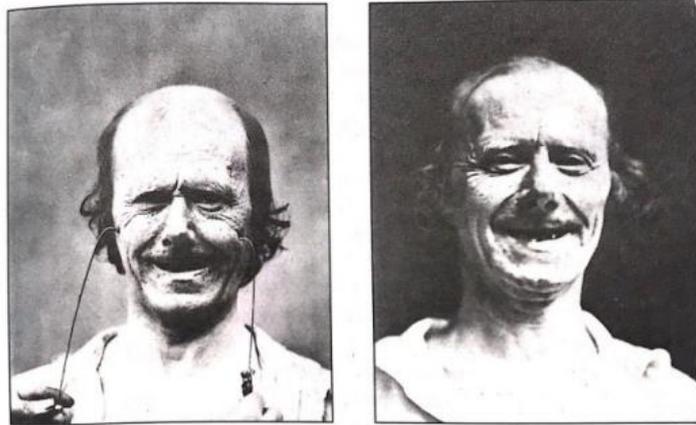
Le espressioni facciali sono l'insieme di uno o più movimenti dei muscoli del volto ed è dall'insieme di questi che si può determinare lo stato emotivo di un soggetto. Riuscire a comprendere le emozioni dall'espressione facciale è importante nelle interazioni sociali e per migliorare la qualità delle relazioni.

Possiamo notare già nell'arte greca, romana e pre-Rinascimentale come la rappresentazione dell'emozione ricopre un ruolo importante. Un esempio può essere la dimostrazione di dolore e disperazione comunicato dal gruppo ellenistico di Laocoonte e i suoi figli (I sec. a.C.), o le opere di Giotto, come nel *"Compianto sul Cristo morto"* della Cappella degli Scrovegni (1303 – 1305), in cui sono rappresentati gli angeli con un'espressione di grande sofferenza.



**Figura 2.** Rappresentazione degli angeli nel *"Compianto sul Cristo morto"* nella Cappella degli Scrovegni, Giotto (1303-1305).

Nel 1862 invece, sono iniziati i primi studi sulla neurofisiologia delle emozioni. È il neurologo francese Guillaume Benjamin Amand Duchenne che pubblicò il volume *"Meccanismo della fisionomia umana"* (Duchenne, 1862), in cui unì i dati ricavati da una raccolta di numerose foto. Lo scopo della sua ricerca era di comprendere come i muscoli del volto umano producessero le espressioni facciali, che credeva fossero direttamente collegate all'anima dell'uomo. Innescava le contrazioni muscolari avvalendosi di sonde elettriche e registrando con la macchina fotografica le espressioni prodotte dal soggetto analizzato.



**Figura 3.** A sinistra un sorriso in posa, indotto da elettrodi, a destra un sorriso spontaneo.

Lo psicologo Dario Galati, a conferma della teoria Darwiniana sull'universalità delle espressioni emozionali, fece uno studio sull'espressività facciale dei bambini nati ciechi. Questi hanno dimostrato la stessa modalità di espressione dell'emozione rispetto ai coetanei normovedenti. L'unica differenza risiede nella frequenza di determinati movimenti facciali che erano più ricorrenti nei bambini impossibilitati a vedere. (Galati et al., 2003).

Anche lo psicologo statunitense Paul Ekman, negli anni '60 e '70' del secolo scorso, ispirandosi alla medesima teoria di Darwin, ha dimostrato che alcune espressioni facciali vengono riconosciute in tutto il mondo indipendentemente da: genere, origine, etnia e grado d'istruzione. Ha definito così, a seguito di numerose interviste, le sei emozioni primarie: felicità, tristezza, paura, rabbia, sorpresa disprezzo e disgusto. Alcuni dati a conferma del carattere innato delle espressioni sono stati ricavati dal suo studio compiuto presso una tribù isolata della Nuova Guinea (Ekman et al., 1969).

Esaminando la letteratura sul tema, emerge che l'espressione e il riconoscimento delle emozioni facciali (genuine o in posa) hanno un ruolo fondamentale nella vita quotidiana, in particolare nella sfera delle interazioni sociali (Ekman & Friesen, 1975). Percepire le reazioni emotive dell'altro come autentiche, infatti, potrebbe promuovere la socializzazione e l'interazione (Reed & DeScioli, 2017). Ekman e Friesen, a tal proposito, hanno validato una nuova procedura con lo scopo di comprendere la natura dell'emozione osservata (genuina o in posa), mettendo a confronto diverse fotografie di volti rappresentanti sorpresa, paura, disgusto, rabbia, felicità e tristezza.

Abbiamo visto come nel corso del tempo ogni scienziato ha affermato la sua ipotesi in relazione allo studio delle emozioni ma durante il secolo scorso le due teorie più affermate su tale argomento sono state la *Basic Emotion Theory* e la *Teoria Costruttivista*.

La *Basic Emotion Theory (BET)* afferma che gli esseri umani hanno un numero limitato di emozioni (sorpresa, paura, rabbia, gioia, tristezza e disgusto), biologicamente e fisiologicamente "di base" (Wilson-Mendenhall et al., 2013), ognuna resa manifesta da una configurazione ricorrente di

componenti comportamentali associate (Ekman, 1992a; Russell, 2006). Izard (1997) ha inoltre affermato che le emozioni di base sono conservate, poichè le loro funzioni biologiche e sociali sono essenziali nell'evoluzione e nell'adattamento e che queste hanno substrati neurali innati e fenotipi comportamentali universali (Shpigler et al., 2017).

Le emozioni di base si sono poi evolute per adattarsi a situazioni fondamentali di vita. Un esempio ne sono la paura e la rabbia, che possono intervenire per la sopravvivenza, inducendo l'organismo a fuggire per mettersi in salvo o a combattere per difendersi.

Nonostante molti psicologi abbiano accettato questa teoria, ancora non vi è il consenso unanime sul numero preciso di queste emozioni. Alcuni, come Robert Plutchik, ne propongono otto: rabbia, paura, tristezza, disgusto, sorpresa, anticipazione, fiducia e gioia. Altri, come ad esempio Ekman, ne propongono sei (paura, rabbia, gioia, tristezza, disgusto e sorpresa).

La *Teoria Costruttivista*, invece, nasce negli Stati Uniti negli anni Cinquanta. Il concetto di costruzione si basa sull'ipotesi della presenza di mappe cognitive che servono agli individui per orientarsi e costruire interpretazioni del e nel mondo. Ogni individuo costruisce una "mappa di significati" personali che gli permette di vivere la propria e unica realtà. Determinante in questa teoria è il mondo sociale che non è più un luogo denso di nozioni precostituite attingibili dall'individuo, ma è un luogo di esperienza, che offre diverse possibilità e opportunità di costruire informazioni e conoscenze.

La persona è dunque in costante interazione con l'ambiente, le persone e gli eventi, in uno scambio reciproco e continuo, a differenza di come veniva descritto dalle prime teorie cognitive in cui era considerato un elaboratore solitario di informazioni.

## 1. ANATOMIA DEL VOLTO

L'espressione facciale interessa due sistemi, anatomicamente e fisiologicamente differenti:

- *via Volontaria* è una via corticale che origina dalla corteccia motoria primaria. È deputata alla trasmissione delle informazioni per il movimento della muscolatura periferica e, tramite il sistema piramidale, comunica con il volto. Questa via è responsabile del controllo delle espressioni simulate, in posa (Vedi figura 3A).
- *via Involontaria* è una via sottocorticale che passa per i gangli della base. Permette di manifestare le espressioni in modo genuino, poiché risponde direttamente allo stimolo emotivo e la risposta non può essere controllata o inibita (Figura 3B).

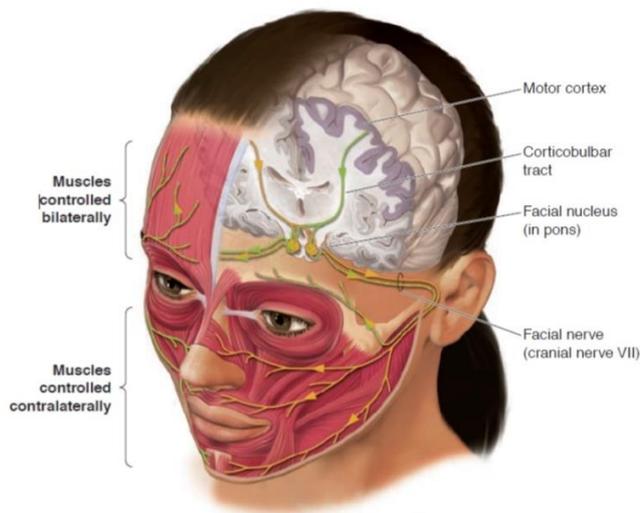


Figura 4A

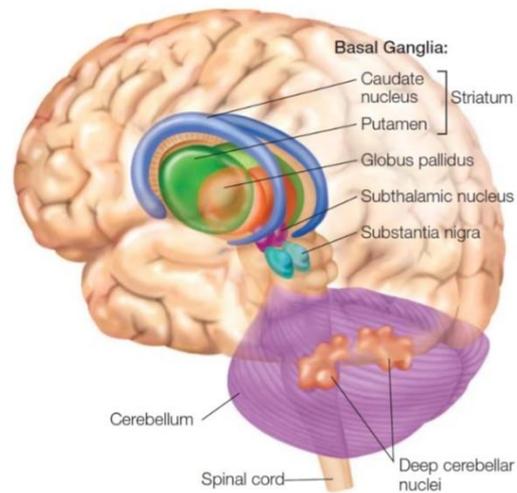


Figura 4B

**Figura 4.** A sinistra (Figura 4A) è rappresentata la via Volontaria, responsabile delle emozioni simulate. A destra, invece, la Via Involontaria, per le espressioni genuine (Figura 4B).

Un effetto di questa doppia innervazione emerge in particolari tipi di pazienti. Tra questi, i soggetti che presentano un danno alla corteccia motoria di un solo emisfero. In questa specifica situazione ci sarà una paresi facciale volontaria unilaterale, chiamata così poiché blocca la via del movimento volontario. Di conseguenza, le persone sono incapaci di muovere volontariamente i muscoli facciali dell'emiviso controlesionato, ma nel caso venisse proposto loro uno stimolo emotivo (e.g. barzelletta) esibiscono dei movimenti facciali involontari, dal momento che questa via è preservata (Rinn, 1984).

Oltre alla via Volontaria e Involontaria, il volto si può dividere in due parti da un asse trasversale che lo suddivide in una zona superiore e inferiore. La parte alta e bassa del volto sono diversamente innervate. La prima riceve segnali elettrici dall'emisfero cerebrale di destra e di sinistra, questo fa sì che sia molto più semplice eseguire dei movimenti volontari su un lato solo nella parte inferiore del volto (Freberg, 2007). La seconda invece riceve segnali solo dall'emisfero controlaterale.

## *1.1 Morbo di Parkinson*

Il Morbo di Parkinson è una malattia che si manifesta in individui di età superiore ai 50 anni, in rari casi questa può avere un esordio giovanile tra i 21 e i 40 anni. È inserita tra le patologie del movimento poiché presenta una disfunzione che coinvolge i gangli della base, coinvolti nei processi di creazione degli schemi motori acquisiti o memorizzati. Nello specifico quello che si può osservare è la degenerazione della sostanza nera con conseguente perdita dei neuroni dopaminergici.

I sintomi possono essere motori (e.g. instabilità posturale) o non motori (e.g. perdita dell'olfatto, disfunzione del ciclo del sonno). Si parla però principalmente di triade sintomatica, che comprende la bradicinesia, rigidità e tremore a riposo.

Lo studio di questa patologia è interessante in ambito emotivo poiché questi soggetti, a causa della degenerazione della sostanza nera, vanno incontro ad una lesione della via Involontaria (Bologna et al., 2016), perdendo così la capacità di esprimere le emozioni in modo genuino (Vedi figura 4).

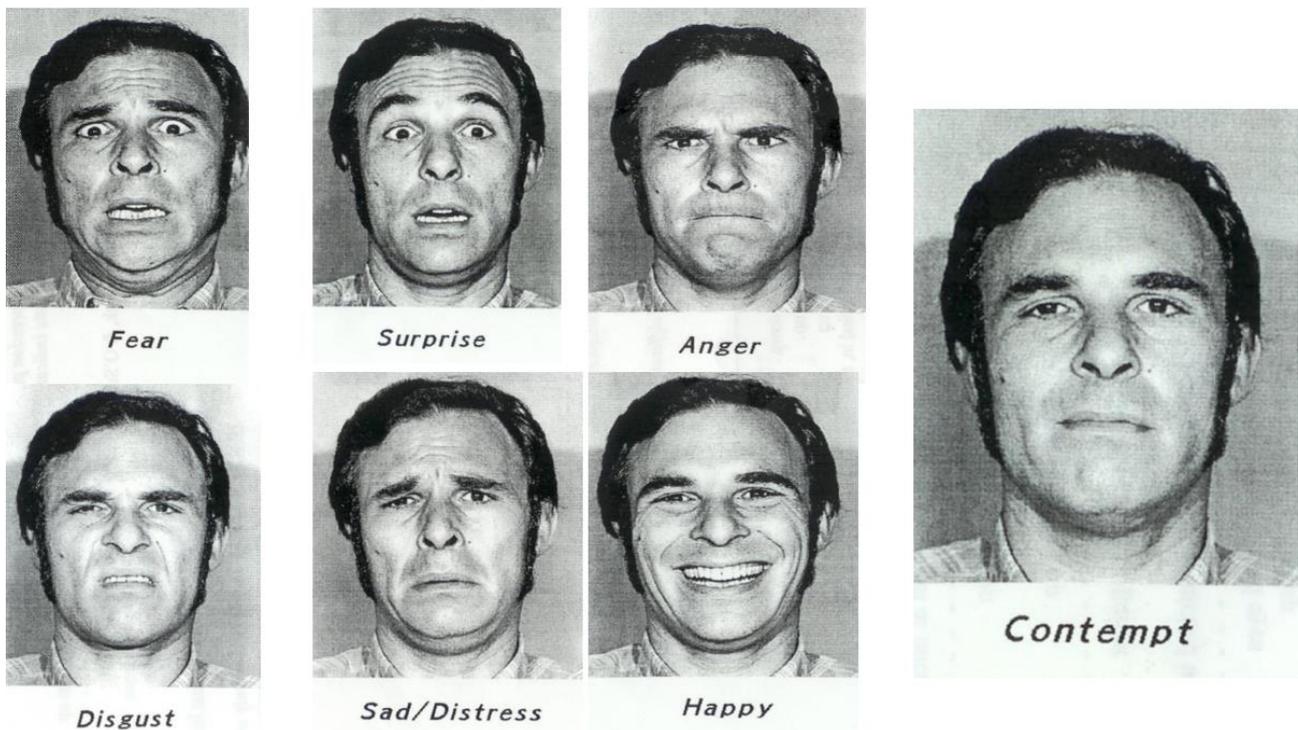
Tuttavia, questi pazienti, preservano la capacità di riprodurre espressioni in maniera volontaria.



**Figura 5.** Soggetto con Morbo di Parkinson con incapacità di sorridere spontaneamente.

Le ricerche sulla cinematica delle espressioni delle emozioni possono avere ricadute importanti per una ricerca e diagnosi precoce della patologia.

Questo è stato constatato da uno studio condotto da Bologna et al. (Bologna et al., 2016), in cui ha scoperto che l'espressione facciale di tutte e sei le espressioni di base aveva una velocità più lenta e un'ampiezza inferiore nei pazienti rispetto ai controlli neurologicamente sani. I pazienti con la malattia hanno anche mostrato un punteggio al test di Ekman (*Facial Action Coding System – FACS*) inferiore rispetto ai controlli, in particolare per l'emozione di disgusto, rabbia e tristezza.



**Figura 6.** Le sette espressioni facciali delle emozioni secondo Ekman.

## *1.2 Le microespressioni*

Le microespressioni sono le espressioni emozionali del volto di brevissima durata, di circa un quarto di secondo. Queste rilevano un'emozione nascosta e possono presentarsi in tutte le espressioni emozionali.

I primi a studiarle sono stati E. A. Haggard e K. S. Isaacs nel 1966, durante l'analisi del comportamento non verbale in psicoterapia.

Differentemente dalle normali espressioni, le microespressioni sono molto difficili da controllare e spesso rivelano emozioni che non si vogliono mostrare (Miolla et al., 2020).

Uno degli studi che ha confermato l'esistenza delle microespressioni è quello svolto da Matsumoto e Hwang, in cui è stato messo in atto un interrogatorio verso alcuni individui per verificare la volontà di commettere un atto illecito in futuro (Matsumoto e Hwang, 2018). Quello che si è scoperto è che le microespressioni delle emozioni negative hanno differenziato i bugiardi da coloro che dicevano il vero e aprono le porte a futuri studi più approfonditi per riconoscere con più facilità un racconto autentico da uno falsato.

## **2. ESPRESSIONI SPONTANEE E IN POSA**

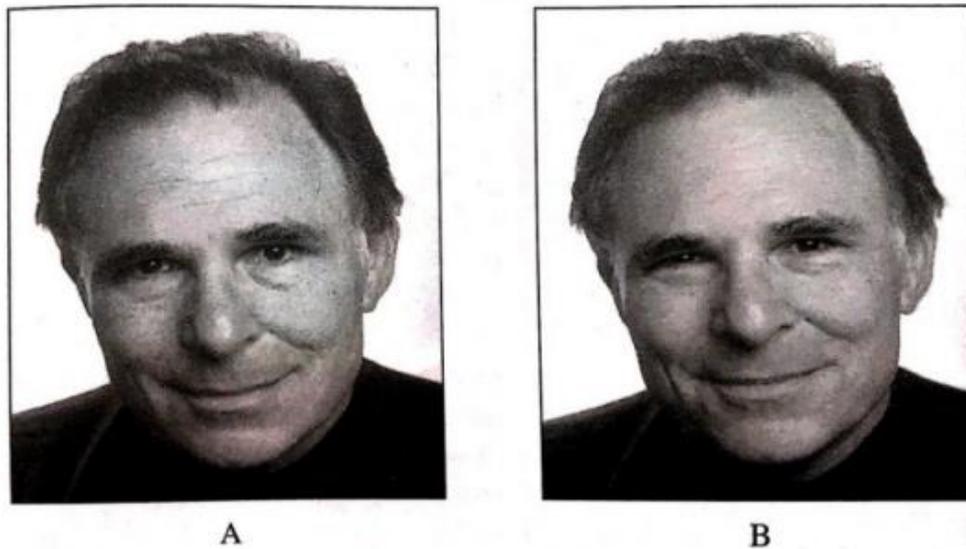
Riconoscere la differenza tra le espressioni spontanee e in posa è di notevole importanza nelle relazioni sociali. La loro esistenza è legata al sistema cognitivo che regola questi processi: quello volontario (responsabile delle espressioni in posa) e quello involontario (responsabile delle espressioni spontanee).

Le espressioni spontanee sono quelle che manifestiamo in modo autentico e sincero, riflettono ciò che realmente proviamo in quell'istante. Quando percepiamo questo tipo di emozione, le espressioni facciali e il linguaggio del corpo sono in totale coerenza con l'emozione vissuta, come nel caso della tristezza, in cui abbiamo delle specifiche manifestazioni quali le lacrime, i lineamenti abbattuti e la mancanza di energia. D'altra parte, ci sono le espressioni in posa, che sono quelle che vengono messe in atto in modo consapevole o intenzionale, per mascherare o simulare uno stato d'animo. Per esempio, una persona può simulare interesse o entusiasmo durante una conversazione solamente per non risultare maleducata o disinteressata all'argomento trattato. Oppure ancora, fingere di essere triste può essere un'utile strategia per approfittare della gentilezza di qualcuno (Reed & DeScioli, 2017).

Dunque, la natura endogena delle esperienze emotive (genuine o in posa), cambia completamente la percezione e la reazione dell'osservatore. Nelle interazioni sociali, percepire le reazioni emotive dell'altro come autentiche, potrebbe promuovere la socializzazione (Reed & DeScioli, 2017). Ad esempio Johnson et al. (2010), hanno mostrato come un sorriso spontaneo possa rendere gli altri più propensi alla collaborazione rispetto a uno in posa.

Nei suoi studi Ekman (1971; 2003) ha definito le caratteristiche che permettono una distinzione tra emozioni genuine e simulate:

- Mascheramento: consiste nella sostituzione di un'espressione autentica con una simulata. La tecnica di mascheramento più comune è il sorriso;
- Morfologia: il corpo umano presenta dei muscoli che non sono soggetti al controllo volitivo e la loro attivazione sembrerebbe confermare la genuinità dell'espressione. Ad esempio, un sorriso viene considerato genuino solo quando coinvolge anche il muscolo Orbicularis Oculi, l'emozione di sorpresa risulta affidabile con l'attivazione del muscolo Levator palpebrae superioris (Mehu et al., 2012);
- Simmetria: in un'espressione genuina c'è simmetria tra l'emiviso destro e sinistro. Qualora vi fosse asimmetria tra l'emiviso di destra e sinistra si potrebbe ipotizzare una maggior simulazione dell'espressione. L'asimmetria può essere misurata con il FACS (Facial Action Coding System);
- Durata: le espressioni genuine si manifestano sul volto per una durata compresa tra 0,5 e 5 secondi (Ekman, 2013). In particolare, nel caso della sorpresa e della paura la durata non dovrebbe superare 1 secondo e mezzo (Miolla e Scarpazza, 2020);
- *Onset* dell'espressione facciale: le espressioni genuine compaiono e scompaiono in modo graduale nell'arco di pochi secondi, contrariamente a quelle simulate che presentano un inizio ed una fine più bruschi (Ekman, 2013).



**Figura 7.** Sorriso in posa A, sorriso spontaneo B.

Quello che appare d'impatto è che l'unica differenza tra queste due foto (A e B), sia la maggior chiusura degli occhi presente nell'immagine B. Guardando più attentamente però, si possono notare ulteriori e importanti differenze. Ad esempio, nell'immagine B si può osservare come le guance siano maggiormente sollevate e le sopracciglia leggermente abbassate.

Le tre tecniche per creare dei dataset contenenti immagini relative ad espressioni facciali sono: il FACS, il Metodo Stanislavskij e il Metodo di Lundqvist et al. (1998).

Il Metodo Stanislavskij è una modalità di insegnamento di recitazione sviluppata nei primi anni del '900. È un approfondimento dell'area psicologica dell'attore e del personaggio che deve interpretare. Affinchè le scene possano essere il più reali e credibili possibili, gli attori devono svolgere degli esercizi che evocano delle particolari emozioni vissute nella loro vita reale. Questo perché il rischio che la recitazione diventi meccanica e ripetitiva è significativo a causa delle numerose prove e spettacoli a cui prendono parte.

Il Metodo di Lundqvist (Lundqvist et al., 1998), invece, prevede di chiedere alle persone di fingere di provare un'emozione, così com'è accaduto per la creazione del dataset "*The Karolinska Directed Emotional Faces*" (KDEF).



**Figura 8.** Dataset KDEF di Lundqvist et al., 1998: Espressione di sorpresa evocata attraverso esplicita richiesta da parte dello sperimentatore di provare l'emozione di sorpresa. (Justin Kim et al., 2017).

Una ricerca di grande importanza nel riconoscimento delle emozioni spontanee e in posa è quello svolto da Miolla e Scarpazza (2020). Questo studio analizza l'impatto della percezione della genuinità delle emozioni sull'attivazione neuronale di chi osserva. È un tema rilevante perché vi sono delle forme di emozioni miste che le persone utilizzano per mascherare ciò che realmente stanno provando.

Quando si percepisce la falsità dell'altro sono due aspetti principali maggiormente compromessi: le interazioni sociali, ad esempio quando si percepisce il sorriso di una persona nuova come un sorriso simulato si è meno propensi all'interazione, e il benessere psicologico.

Pazienti con malattie psichiatriche hanno difficoltà a valutare l'emotività altrui e, maggiore è questa difficoltà, peggiore è la loro prognosi a lungo termine. Inoltre, situazioni emotivamente ambigue possono essere distorte o misinterpretate al punto tale da provocare risposte socialmente inappropriate come atti di aggressività o violenza.

Esplicitamente le persone non sono in grado di riconoscere quando un'emozione è spontanea e quando è in posa. Nonostante ciò, le risposte, nella maggior parte dei casi, sono adeguate al contesto. Questo significa che implicitamente e in modo non consapevole riusciamo a distinguerle. È stato dunque chiesto a 60 partecipanti volontari di giudicare la genuinità delle espressioni presenti nelle immagini create da Ekman, in quelle del Metodo Stanislavskij (Moore et al., 1984) e quelle del metodo seguito nel dataset KDEF. I partecipanti hanno valutato i volti di Ekman come meno genuini rispetto agli altri.

Ciò che è emerso da questa ricerca a livello neurologico è che il giro cingolato è maggiormente attivo quando si osservano i volti di Ekman, quindi meno genuini. Questi dati concordano con la natura funzionale di questa struttura cerebrale che è coinvolta nell'elaborazione di stimoli ambigui (Purves et al., 2018), mentre il giro frontale inferiore e l'amigdala sono più attivi quando vengono mostrate le immagini create con le altre tecniche. Questo spiega come ci siano differenti processi neuronali che si attivano rispettivamente per l'espressione spontanea e per quella in posa, che permettono di agire in modo adeguato alle situazioni nonostante non si riesca a riconoscere in modo cosciente la realtà o la finzione di un'espressione.

# TECNICHE DI STUDIO DELLE ESPRESSIONI FACCIALI DELLE EMOZIONI

## 1. TECNICHE BASATE SUL FACS

Il FACS rientra tra le tecniche di studio delle espressioni qualitative che sono quelle tecniche che si basano sull'analisi visiva dei muscoli facciali. Sono utilizzate foto e video, analizzati da esperti, con specifici sistemi di codifica.

Questo metodo è stato creato da Ekman e Friesen nel 1978 ed è il più utilizzato per l'analisi delle espressioni facciali. Queste vengono scomposte in piccole unità d'azione (Action Unit – AU). Ognuna corrisponde alla contrazione o rilassamento di uno o più muscoli.

AU	Description	Facial Muscles (Type of Activation)	AU	Description	Facial Muscles (Type of Activation)
1	Inner Brow Raiser	<i>Frontalis (pars medialis)</i>	18	Lip Puckerer	<i>Incisivii labii superioris and incisivii labii inferioris</i>
2	Outer Brow Raiser	<i>Frontalis (pars lateralis)</i>	20	Lip Stretcher	<i>Risorius with platysma</i>
4	Brow Lowerer	<i>Corrugator supercilii, depressor supercilii</i>	22	Lip Funneler	<i>Orbicularis oris</i>
5	Upper-Lid Raiser	<i>Levator palpebrae superioris</i>	23	Lip Tightener	<i>Orbicularis oris</i>
6	Cheek Raiser	<i>Orbicularis oculi (pars orbitalis)</i>	24	Lip Pressor	<i>Orbicularis oris</i>
7	Lid Tightener	<i>Orbicularis oculi (pars palpebralis)</i>	25	Lips Part	<i>Depressor labii inferioris or relaxation of mentalis, or orbicularis oris</i>
9	Nose Wrinkle	<i>Levator labii superioris alaquae nasi</i>	26	Jaw Drop	<i>Masseter, relaxed temporalis and internal pterygoid</i>
10	Upper-Lip Raiser	<i>Levator labii superioris</i>	27	Mouth Stretch	<i>Pterygoids, digastric</i>
11	Nasolabial Deepener	<i>Zygomaticus minor</i>	28	Lip Suck	<i>Orbicularis oris</i>
12	Lip-Corner Puller	<i>Zygomaticus major</i>	41	Lid Droop	<i>Levator palpebrae superioris</i>
13	Cheeks Puffer	<i>Levator anguli oris</i>	42	Slit	<i>Orbicularis oculi</i>
14	Dimpler	<i>Buccinator</i>	43	Eyes Closed	<i>Orbicularis oculi</i>
15	Lip-Corner depressor	<i>Depressor anguli oris</i>	44	Squint	<i>Orbicularis oculi</i>
16	Lower-Lip depressor	<i>Depressor labii inferioris</i>	45	Blink	<i>Orbicularis oculi</i>
17	Chin Raiser	<i>Mentalis</i>	46	Wink	<i>Orbicularis oculi</i>

Figura 9. Action Units per la parte alta e bassa del volto (Ekman e Friesen, 1978).

I punteggi che vengono attribuiti alle varie immagini corrispondono alla lista di unità d'azione che sono coinvolte in quella specifica emozione. Di fianco al numero vi è la presenza di una lettera che corrisponde al livello di intensità (A livello minimo e E livello massimo). Viene stabilita anche la durata di ogni azione e ogni asimmetria bilaterale. Alcune specifiche AU sono molto difficili da riprodurre volontariamente, motivo per cui quando sono presenti, possono essere un elemento che definisce la genuinità dell'emozione.

Questo metodo può essere utilizzato in diversi ambiti:

- A livello giuridico e investigativo: le microespressioni aggiungono sempre delle informazioni aggiuntive per comprendere quale sia la verità;
- Nella selezione del personale: per comprendere se il candidato affermi la verità circa le informazioni inserite nel curriculum e le reali intenzioni di lavorare in azienda;
- Nella negoziazione: per capire meglio le reali intenzioni della controparte, dando un vantaggio competitivo nella negoziazione;
- Per dimostrare le differenze tra dolore genuino e simulato.

Lo svantaggio di questo metodo è che richiede molto tempo per riuscire ad analizzare con accuratezza ogni singolo video.

Ad oggi, sempre più comune, è l'utilizzo dell'intelligenza artificiale che applicando degli algoritmi basati sul FACS, permette una corretta identificazione per l'85% dei casi. Sempre più spesso vengono utilizzati questi sistemi che possono raggiungere un'accuratezza del 90% (Benitez-Quiroz et al., 2016).

## **2. CODIFICA AUTOMATICA**

La codifica automatica (Automated FACS coding – AFC) è un nuovo strumento di ricerca per analizzare automaticamente le espressioni facciali. È in grado di inserire le espressioni emotive in raccolte in cui sono presenti video o immagini standardizzate.

A differenza della tecnica del FACS, questa è più efficiente in termini di tempo poiché ha la possibilità di analizzare numerose espressioni facciali senza l'intervento dell'uomo. Inoltre, l'AFC è poco invadente e soffre meno degli artefatti del movimento. È anche meno sensibile a risposte facciali più sottili rispetto a misure psico-fisiologiche ottenute ad esempio dall'elettromiografia.

Il software dell'AFC funziona con procedure di apprendimento automatico, inserite per classificare le diverse categorie di emozioni. Le categorie per tale apprendimento automatico includono le sei emozioni di base che sono importanti nella ricerca psicologica: gioia, sorpresa, rabbia, tristezza, disgusto e paura.

# MATERIALI E METODI

## 1. IPOTESI SPERIMENTALE

Ad oggi pochissimi studi hanno quantificato esplicitamente il contributo dei pattern cinematici sull'espressione delle emozioni facciali di rabbia e tristezza. La maggior parte delle informazioni relative alle emozioni spontanee ci giungono da studi effettuati con immagini statiche di espressioni in posa attuate da attori professionisti e analizzate attraverso metodi di analisi qualitativa, come ad esempio il *FACS*.

La presente ricerca si pone un duplice obiettivo: quello di analizzare attraverso una tecnica quantitativa, ovvero l'analisi 3-D del movimento, le espressioni di rabbia e tristezza, evidenziandone le differenze e tra la spontaneità e la simulazione in posa delle stesse, e in termini di spazio, tempo e velocità.

## 2. DICHIARAZIONE ETICA

L'esperimento è stato approvato dal Comitato Etico dell'Università di Padova (N° 4539), in accordo con la Dichiarazione di Helsinki (Sesta revisione, 2008). Tutti i partecipanti hanno firmato un consenso informato scritto prima dell'inizio della sessione sperimentale.

## 3. CAMPIONE

Lo studio sulla rabbia è stato condotto su un campione totale di 20 giovani adulti, con un'età compresa tra 20 e 29 anni, di cui 16 femmine e 4 maschi. L'esperimento sulla tristezza invece, ha interessato 10 soggetti, con un'età compresa tra 21 e 27 anni, di cui 8 femmine e 2 maschi. Da quest'ultimo studio sono stati esclusi 10 soggetti: 9 non hanno espresso l'emozione e 1 per problemi tecnici.

Tutti i partecipanti avevano una vista normale o corretta con lenti, una capacità uditiva nella norma ed erano neurologicamente sani. I dati sono stati raccolti presso il laboratorio di analisi cinematica del Dipartimento di Psicologia Generale da giugno 2020 fino a novembre 2020 e sono stati seguiti

tutti i protocolli per contenere l'emergenza epidemiologica da COVID-19 (Protocollo Contrasto e Contenimento Virus Sars-CoV-2 adottato con Decreto del Rettore n. 3093 del 24 Settembre 2020 e successivi aggiornamenti).

#### **4. APPARATO SPERIMENTALE**

Nel presente studio i partecipanti sono stati fatti accomodare su una sedia e di fronte a loro è stato posizionato un monitor dove venivano proiettati dei video ad alto contenuto emotivo. Per registrare la cinematica delle espressioni facciali è stato utilizzato un sistema optoelettronico ad alta precisione dal nome SMART-DX© (BTS Bioengineering Corp.). Questo sistema è composto da 6 telecamere ad infrarossi posizionate a semicerchio e disposte ad una distanza di circa un metro dal tavolo dove è collocato lo schermo (Figura 7). Le telecamere hanno la capacità di rilevare i marker emisferici riflettenti l'infrarosso di 3 mm di diametro, che all'inizio dell'esperimento vengono posti sul volto dei partecipanti. Prima di iniziare la sessione sperimentale, è stato necessario effettuare la calibrazione del sistema, che permette di sincronizzare le telecamere ed ottenere una registrazione ottimale. Questo è un passaggio fondamentale, poiché per eseguire la ricostruzione delle posizioni di un marker devono essere noti la posizione e l'orientamento di ogni videocamera. La calibrazione si divide in due fasi. La prima consiste nella sistemazione della posizione e dell'angolo delle telecamere, lo zoom, la messa a fuoco, la soglia e la luminosità dell'immagine. La seconda, invece, si divide in calibrazione statica e dinamica. Nella calibrazione statica una struttura rappresentante i tre assi cartesiani, costituita da tre barre in fibra di carbonio (terna ortogonale), viene posta al centro dello spazio. Su ognuna di queste barre sono posizionati dei marker sferici, in questo modo viene definito un sistema di riferimento globale. Poi viene eseguita una calibrazione dinamica con il fine di delineare lo spazio di sperimentazione e per delimitare questo spazio viene fatta muovere lungo tutta l'area d'azione una bacchetta contenente tre marker a distanza nota l'uno dall'altro.



**Figura 10.** Il setting sperimentale prevede un sistema optoelettronico composto da 6 telecamere all'infrarosso in grado di rilevare i movimenti dei marker passivi riflettenti l'infrarosso. Il partecipante è seduto su una sedia e guarda il monitor rappresentante il video ad alto contenuto emotivo.

## 5. PROCEDURA SPERIMENTALE

Prima di iniziare l'esperimento ad ogni partecipante è stato chiesto di leggere e firmare il consenso informato, all'interno del quale vi era una breve descrizione dello studio, degli strumenti utilizzati, il diritto ad abbandonare la ricerca in qualsiasi momento e il permesso al trattamento dei propri dati sensibili. In seguito sul volto di ciascun partecipante sono stati applicati, con un biadesivo apposito per la cute, marker semisferici riflettenti all'infrarosso. Due marker sono stati posizionati a livello delle sopracciglia (Eyebrows – EB), due sugli angoli della bocca (Cheilion – CH) e uno sulla punta del naso (Tip of the nose – TN).

Dopo aver completato questi passaggi il partecipante è stato fatto accomodare su una sedia posizionata frontalmente allo schermo di un computer e centralmente rispetto alle sei telecamere.

Il presente esperimento si compone di due parti.

Nella prima parte i partecipanti hanno guardato dei video di rabbia o tristezza. La visione di filmati, infatti, è riconosciuta come una modalità ottimale per suscitare emozioni spontanee nel campo della ricerca (Gross e Levenson, 1995).

In questo studio i trial pensati per indurre l'emozione di rabbia sono stati i seguenti:

- il video di un intervento di Vittorio Sgarbi che lo vede partecipare in un'accesa discussione con il vignettista Vauro Senesi durante la trasmissione di "Piazzapulita", in cui argomenta le idee che supportano la sua posizione in politica, in netto contrasto con quella dell'interlocutore. La rabbia del signor Sgarbi aveva l'obiettivo di suscitare tale emozione nello spettatore;
- un frammento di una trasmissione condotta da Michele Santoro in cui questi dibatte animatamente con la giornalista Lucia Annunziata. Quest'ultima, in collera, abbandona lo studio dopo essere stata accusata dal conduttore di dire "fesserie";
- uno spezzone della trasmissione condotta da Michele Santoro, il quale si oppone al politico Roberto Castelli sull'utilizzo del denaro ricavato dal pagamento del canone Rai.

I trial scelti per l'emozione della tristezza invece sono stati:

- il video che riporta la testimonianza di una donna, di nome Gina Lippis, sopravvissuta all'attacco alle Torri Gemelle dell'11 settembre 2001. La donna, che si trovava nella torre Nord, racconta del momento in cui ha avvertito l'impatto del secondo aereo nella torre Sud. Molto provata, descrive le emozioni che ha vissuto in quell'esatto momento e di come si sia salvata aggrappandosi alla cinta dei pantaloni del suo capo. La commozione della donna aveva l'obiettivo di suscitare l'emozione di tristezza;
- un servizio del TGR, in cui la giornalista annuncia, commuovendosi, la tragica scomparsa di un bambino. La commozione della donna nel comunicare la notizia aveva lo scopo di elicitare tristezza nello spettatore;
- un'intervista a una signora anziana che racconta di come le ripetute scosse di terremoto abbiano distrutto il suo paese. Descrive, addolorata, la perdita della sua abitazione e il dispiacere nel vedere la sua terra ormai priva di un futuro.

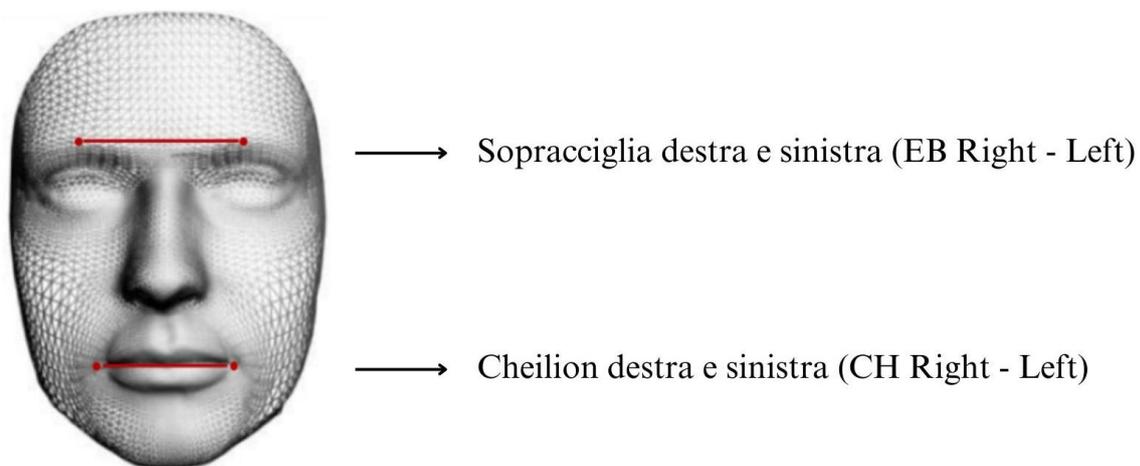


## 6. ANALISI TRIDIMENSIONALE DEL MOVIMENTO

Per registrare i movimenti del volto del partecipante è stato utilizzato il software SMARTDX Capture. È un sistema optoelettronico composto da 6 telecamere all'infrarosso in grado di rilevare i movimenti dei marker passivi riflettenti l'infrarosso. In questo studio abbiamo usato 22 marker emisferici di 3 mm di diametro (Figura 8.a). Successivamente abbiamo ricostruito i dati grezzi tridimensionalmente attraverso il software SMART-DX Tracker©. In tale fase ad ogni marker è stata assegnata una traiettoria (3D tracking), e successivamente ad ogni traiettoria è stato assegnato un nome (labelling) sulla base di un modello tridimensionale creato in precedenza (Figura 13). In particolar modo, per il presente esperimento sono stati ricostruiti il volto del partecipante, nonché le posizioni occupate dai marker nello spazio 3D in funzione del tempo. Inoltre, ogni singola prova dei partecipanti è stata controllata per verificare la corretta rilevazione dei marker da parte delle telecamere e l'eventuale eliminazione di "marker fantasma".

L'analisi cinematica è stata eseguita con il software SMART-DX Analyzer©. Per calcolare i parametri cinematici è stato costruito ed applicato un protocollo di analisi che permette di calcolare lo spazio (es: la distanza tra due marker), la velocità (es: la velocità di una coppia di marker che si muovono in simultanea), e il tempo (es: il tempo che intercorre tra due eventi specifici).

Successivamente, per analizzare le emozioni di rabbia e tristezza della parte superiore del volto, sono stati presi in considerazione i marker Right and Left Eyebrows (EB), che indicano il punto medio delle sopracciglia, Right Eyebrow and Tip of the Nose (Right-EB) e Left Eyebrow and Tip of the Nose (Left-EB) che segnalano la distanza tra il punto medio dell'occhio e la punta del naso, rispettivamente dal lato destro e sinistro. Per la parte inferiore del volto sono stati utilizzati i marker Right and Left Cheilions (CH) che sono riferiti ai due angoli della bocca (Figura 13), il Right Cheilion and Tip of the Nose (Right-CH) e il Left Cheilion and Tip of the Nose (Left-CH) che rappresentano la distanza tra l'angolo della bocca e la punta del naso, rispettivamente dal lato destro e sinistro.



**Figura 13.** Modello del viso, i punti rossi rappresentano i punti chiave per l'analisi dell'espressione dell'emozione di sorpresa e i segmenti lineari si riferiscono alle distanze facciali

Il volto è stato diviso in due parti da un asse trasversale che lo suddivide nella parte superiore ed inferiore. La parte alta e bassa del volto sono diversamente innervate. La prima riceve segnali elettrici dall'emisfero cerebrale di destra e di sinistra, questo fa sì che sia molto più semplice eseguire dei movimenti volontari su un lato solo nella parte inferiore del volto (Freberg, 2007).

I parametri analizzati sono stati i seguenti:

**Massima distanza (MD):** differenza tra la massima distanza raggiunta dalle coordinate 3-D di due punti (unità di misura = mm)

**Massima velocità (MV):** picco di massima velocità delle coordinate 3-D di due punti (unità di misura = mm/s)

**Massima accelerazione (MA):** picco di massima accelerazione delle coordinate 3-D di due punti

**Massima decelerazione (MDec, valore assoluto):** picco di massima decelerazione delle coordinate 3-D di due punti

**Evento di massima distanza (TMD%):** momento in cui due punti raggiungono la massima distanza dall'inizio del movimento.

## 7. ANALISI STATISTICA

I dati ottenuti attraverso lo SMART-DX Analyzer© sono stati esportati in formato foglio elettronico e sono stati analizzati utilizzando il software statistico Jasp (JASP 0.14.1, 2020). L'obiettivo è stato quello di analizzare attraverso una tecnica quantitativa, ovvero l'analisi 3-D del movimento, le emozioni di rabbia e tristezza, evidenziandone le differenze e tra la spontaneità e la simulazione in posa delle stesse, e in termini di spazio, tempo e velocità. A tale riguardo sono stati utilizzati i *linear mixed model* con le due condizioni (spontanea e in posa) come effetti fissi e gli individui che hanno partecipato allo studio come effetti casuali.

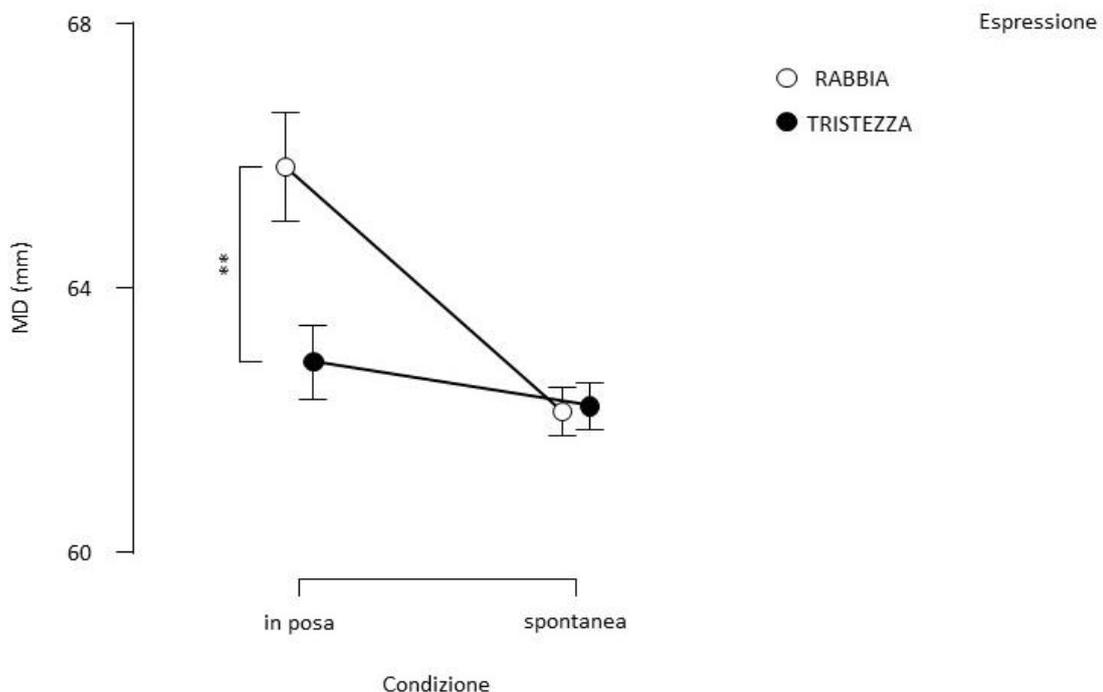
# RISULTATI

ANOVA a misure ripetute: espressioni in posa vs. spontanee di rabbia e tristezza

## Parte bassa del volto: Cheilions (CH)

Massima Distanza (MD) | è stato trovato un effetto significativo della Condizione ( $F_{(1,8)}=13.269$ ,  $p=0.007$ ,  $\eta^2_p=0.624$ ) inoltre è significativa anche l'Espressione ( $F_{(1,8)}=6.893$ ,  $p=0.03$ ,  $\eta^2_p=0.463$ ). È risultata significativa anche l'interazione Condizione per Espressione ( $F_{(1,8)}=8.755$ ,  $p=0.018$ ,  $\eta^2_p=0.523$ ). L'analisi Post hoc ha rivelato che nell'espressione di rabbia la massima distanza degli angoli della bocca era significativamente maggiore quando i partecipanti mostravano l'espressione in posa (65.822 mm e 62.133,  $p=0.002$ ). Paragonando rabbia e tristezza in posa si può notare come la massima distanza sia significativamente maggiore nella prima condizione (65.822 mm e 62.878,  $p=0.007$ ;). Inoltre, la massima distanza risulta significativamente maggiore nella rabbia in posa rispetto alla tristezza spontanea (65.822 mm e 62.211,  $p=0.002$ ). Vedi figura 14.

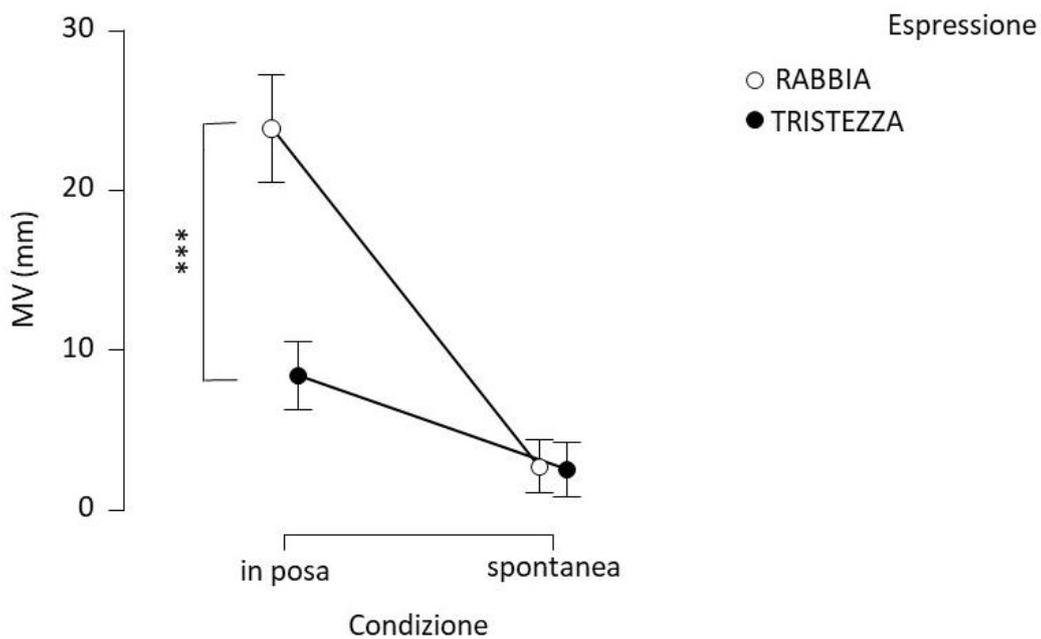
Dunque, l'espressione di rabbia della bocca è più amplificata nella condizione in posa RISPETTO ALLA CONDIZIONE SPONTANEA e anche rispetto all'espressione di tristezza in posa.



**Figura 14.** È mostrata l'interazione tra Massima Distanza dei Cheilion e la condizione di posa e spontanea, di rabbia e di tristezza.

Massima Velocità (MV) | è stato trovato un effetto significativo della Condizione ( $F_{(1,8)}=24.144$ ,  $p=0.001$ ,  $\eta^2_p=0.751$ ) inoltre è significativa anche l'Espressione ( $F_{(1,8)}=15.270$ ,  $p=0.004$ ,  $\eta^2_p=0.656$ ). È risultata significativa anche l'interazione Condizione per Espressione ( $F_{(1,8)}=12.773$ ,  $p=0.007$ ,  $\eta^2_p=0.615$ ). L'analisi Post hoc ha rivelato che nell'espressione di rabbia la massima velocità degli angoli della bocca era significativamente maggiore quando i partecipanti mostravano l'espressione in posa (23.889 mm e 2.744,  $p<0.001$ ). Paragonando rabbia e tristezza in posa si può notare che la massima velocità sia significativamente maggiore nella prima condizione (23.889 mm e 8.433,  $p<0.001$ ); Inoltre, la massima velocità risulta maggiore nella rabbia in posa se paragonata con la tristezza spontanea (23.889 mm e 2.544,  $p<0.001$ ). Vedi figura 15.

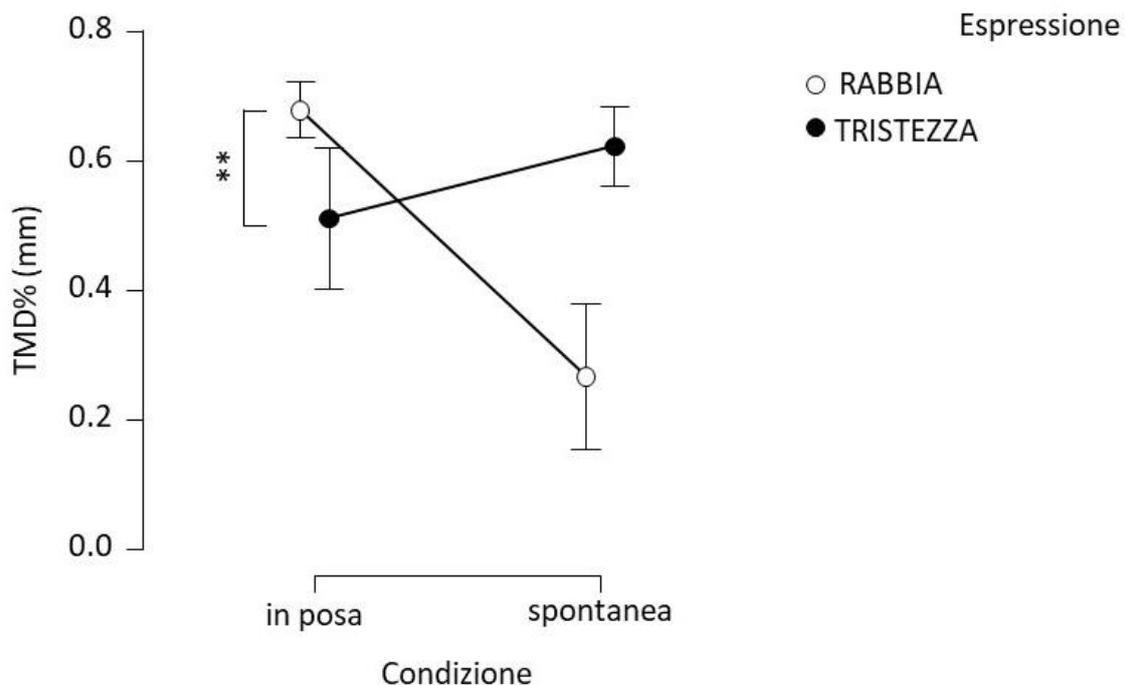
Dunque, l'espressione di rabbia della bocca avviene più velocemente nella condizione in posa RISPETTO ALLA CONDIZIONE SPONTANEA e anche rispetto all'espressione di tristezza in posa.



**Figura 15.** È mostrata l'interazione tra Massima Velocità dei Cheilion e la condizione di posa e spontanea, di rabbia e di tristezza.

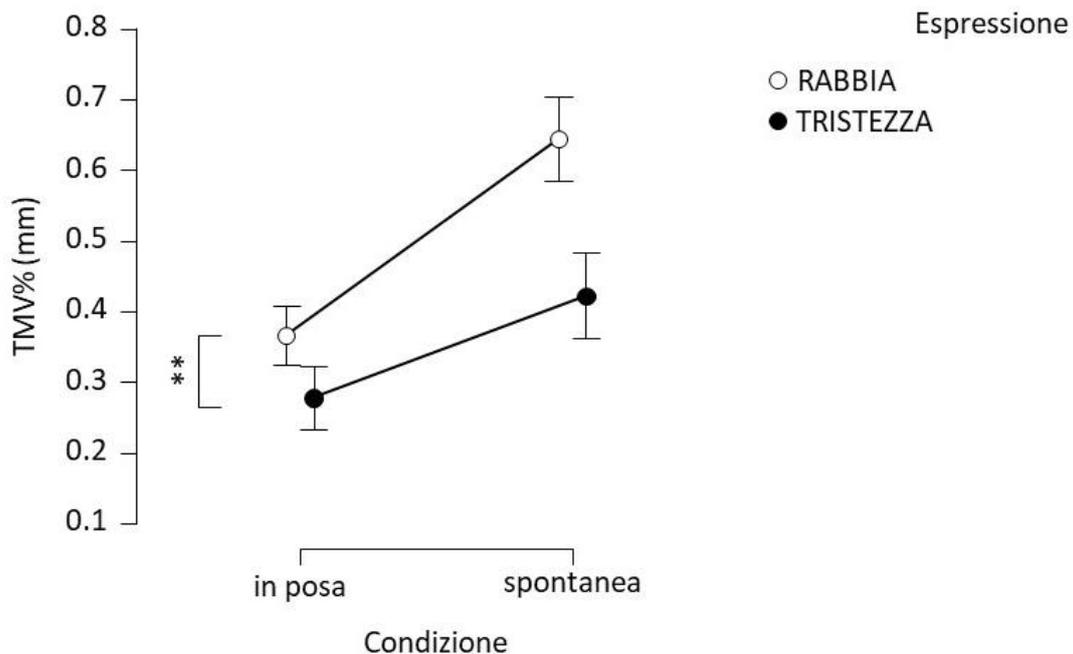
Tempo di Massima Distanza (TMD%) | è stato trovato un effetto significativo della Condizione ( $F_{(1,8)}=2.893$ ,  $p=0.127$ ,  $\eta^2_p=0.266$ ) inoltre è significativa anche l'Espressione ( $F_{(1,8)}=0.720$ ,  $p=0.421$ ,  $\eta^2_p=0.083$ ). È risultata significativa anche l'interazione Condizione per Espressione ( $F_{(1,8)}=27.441$ ,  $p< .001$ ,  $\eta^2_p=0.774$ ). L'analisi Post hoc ha rivelato che nell'espressione di rabbia il tempo di massima distanza degli angoli della bocca era significativamente maggiore quando i partecipanti mostravano l'espressione in posa (0.678 mm e 0.267,  $p=0.009$ ). Vedi figura 16.

Dunque, l'espressione di rabbia della bocca impiega maggior tempo a raggiungere la massima distanza (dall'inizio del movimento) nella condizione in posa RISPETTO ALLA CONDIZIONE SPONTANEA.



**Figura 16.** È mostrata l'interazione tra il Tempo di Massima Distanza dei Cheilion e la condizione di posa e spontanea, di rabbia e di tristezza.

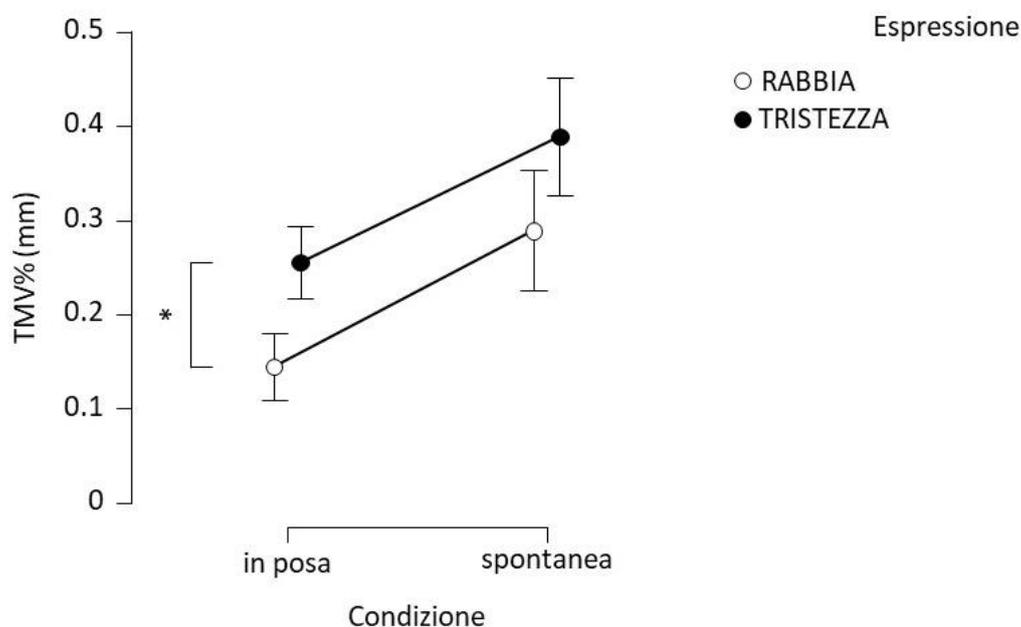
Tempo di Massima Velocità (TMV%) | è stato trovato un effetto significativo della Condizione ( $F_{(1,8)}=19.000$ ,  $p=0.002$ ,  $\eta^2_p=0.704$ ) inoltre è significativa anche l'Espressione ( $F_{(1,8)}=7.840$ ,  $p=0.023$ ,  $\eta^2_p=0.495$ ). È risultata significativa anche l'interazione Condizione per Espressione ( $F_{(1,8)}=1.600$ ,  $p=0.242$ ,  $\eta^2_p=0.167$ ). L'analisi Post hoc ha rivelato che nell'espressione di rabbia il tempo di massima velocità degli angoli della bocca era significativamente maggiore quando i partecipanti mostravano l'espressione spontanea (65.822 mm and 62.133,  $p=0.008$ ). Paragonando rabbia spontanea e tristezza in posa si può notare come il tempo di massima velocità sia significativamente maggiore nella prima condizione (0.644 mm e 0.278,  $p<0.001$ ;). Vedi figura 17. Dunque, l'espressione di rabbia della bocca avviene più velocemente nella condizione in posa RISPETTO ALLA CONDIZIONE SPONTANEA e anche rispetto all'espressione di tristezza in posa.



**Figura 17.** È mostrata l'interazione tra Tempo di Massima Velocità dei Cheilion e la condizione di posa e spontanea, di rabbia e di tristezza.

### Parte alta del volto: sopracciglia (EB)

Tempo di Massima Velocità (TMV%) | è stato trovato un effetto significativo della Condizione ( $F_{(1,8)}=9.653$ ,  $p=0.015$ ,  $\eta^2_p=0.547$ ) inoltre è significativa anche l'Espressione ( $F_{(1,8)}=3.382$ ,  $p=0.103$ ,  $\eta^2_p=0.297$ ). È risultata significativa anche l'interazione Condizione per Espressione ( $F_{(1,8)}=0.011$ ,  $p=0.918$ ,  $\eta^2_p=0.001$ ). L'analisi Post hoc ha rivelato che il tempo di massima velocità degli angoli della bocca era significativamente maggiore quando i partecipanti mostravano l'espressione di rabbia in posa in paragone alla tristezza spontanea (0.144 mm and 0.389,  $p=0.026$ ). Vedi figura 18. Dunque, l'espressione di rabbia delle sopracciglia avviene più velocemente nella condizione in posa RISPETTO ALLA CONDIZIONE SPONTANEA.



**Figura 18.** È mostrata l'interazione tra Tempo di Massima Velocità delle sopracciglia e la condizione di posa e spontanea, di rabbia e di tristezza.

Tutti gli altri parametri considerati non sono risultati significativi ( $P_s > 0.05$ ).

## DISCUSSIONE

La cinematica dei movimenti del volto ci fornisce importanti informazioni sui vari stati emotivi. Il presente studio fornisce la prova dell'esistenza di diversi pattern dinamici delle espressioni, in posa e spontanee, di rabbia e tristezza.

È stata utilizzata la tecnica quantitativa dell'analisi tridimensionale del movimento, focalizzandosi sui pattern di velocità, spazio e tempo.

Quello che abbiamo osservato è che i movimenti di rabbia in posa, relativi alla parte superiore del volto (Right and Left Cheilion - CH), rispetto a tutte le altre condizioni (tristezza in posa e spontanea e rabbia spontanea), mostrano una maggior distanza degli angoli della bocca e una maggiore velocità di movimento. Sempre la rabbia posata mostra un maggior velocità di movimento anche nella parte bassa del volto, rappresentata dai due Cheilions. L'unica condizione che differisce da quelle appena elencate riguarda il movimento delle sopracciglia (Right and Left Eyebrow – EB) nella rabbia spontanea. In questa condizione notiamo un tempo di velocità massima superiore a tutte le altre condizioni.

Possiamo dunque affermare che generalmente i movimenti di rabbia sono tipicamente veloci e quelli di tristezza lenti.

La rabbia può apparire come una reazione a una condizione di disagio psicofisico, come un modo per proteggersi da un attacco esterno (in questo senso è conseguenza della paura; Wilkowsky e Robinson, 2010). L'espressione facciale della rabbia può essere interpretata come un segno di aggressività, inducendo reazioni di paura o propensione a creare un conflitto.

La tristezza invece, è descritta da Ekman e Friesen, come un'espressione emotiva di dolore, infelicità, perdita, disperazione, impotenza o tristezza. Secondo Coulson SE, O'dwyer NJ, Adams RD, et al. (2004), l'espressione facciale di questa emozione è tipicamente caratterizzata dall'innalzamento e l'unione delle sopracciglia, dagli angoli della bocca rivolti verso il basso e dal mento sollevato, il tutto a volte accompagnato dalle lacrime.

Le sensazioni appena descritte che accompagnano rabbia e tristezza, sono le stesse che abbiamo voluto richiamare con la visione dei video utilizzati per questo lavoro di tesi.

Il crescente interesse per gli effetti delle emozioni sui processi cognitivi, neurali e sociali, crea un costante bisogno di ricercare tecniche affidabili di elicitazione emotiva. Ad oggi sono stati utilizzati diversi metodi, tra cui: il ricordo autobiografico (Schaefer, Fletcher, Pottage, Alexander e Brown, 2009), l'esposizione a estratti di film emotivi (Gray et al., 2005; Philippot, Schaefer, e Herbette, 2003; Schaefer et al., 2006), il feedback respiratorio (Philippot, Chapelle e Blairy, 2002), tecniche di vita reale (Landis, 1924; Stemmler, Heldmann, Pauls, e Scherer, 2001), l'esposizione a

estratti di film emotivi (Gray et al., 2005; Philippot, Schaefer, e Herbet, 2003; Schaefer et al., 2006), Velten mood-induction tecnica (Velten, 1968) e il feedback facciale (Matsumoto, 1987). È importante sottolineare come la visione di video sia considerato il metodo migliore da utilizzare negli esperimenti in laboratorio poiché favorisce l'espressione di emozioni in modo spontaneo ed è di facile utilizzo (Gross e Levenson 1995).

Un dato molto interessante che abbiamo riscontrato in questo lavoro di tesi è che spesso il partecipante provava più di un'emozione in contemporanea. Del resto, secondo la teoria di Barrett e Russell (1999), le emozioni si definiscono attraverso una rielaborazione cognitiva che tiene conto di esperienze e ambiente. I video inerenti alla tristezza spesso evocavano anche l'emozione di rabbia o paura, in quelli di rabbia invece, poteva essere richiamata anche l'emozione di disgusto.

A tal proposito, l'utilizzo della scala di valutazione SAM è risultato un metodo molto efficace per ottenere una validazione accreditata.

Studi passati hanno affermato che la regione della bocca è quella che fornisce più informazioni riguardo al riconoscimento delle emozioni derivanti da stimoli statici, e anche la regione che penalizza maggiormente il riconoscimento delle emozioni provenienti da stimoli dinamici (Blais et al., 2012). Però, lo studio di Sowden et al., mostra come la regione della bocca in realtà, abbia costantemente un profilo di movimento a bassa velocità per la tristezza e media per la rabbia. Sugeriscono dunque, che potrebbe essere l'area più ricca di informazioni riguardo al riconoscimento dell'emozione da stimoli dinamici (Blais et al., 2012) poiché la sua velocità differisce in maniera affidabile tra le varie emozioni.

Le applicazioni di questi studi nella vita reale sono molteplici. La valutazione delle emozioni attraverso le espressioni facciali sta guadagnando sempre più interesse, non solo nell'ambito della psicologia e neuroscienze, ma anche per importanti applicazioni nelle industrie, come ad esempio l'intelligenza artificiale e per le applicazioni cliniche (Park et al., 2020).

Altri campi di interesse sono:

- Sicurezza: aspetti relativi a decisioni giudiziarie, investigazioni dell'FBI, riconoscimento dei volti nelle telecamere, ecc. (Barrett 2017) ma anche in nuove sfide come, ad esempio, il monitorare lo stato di una persona mentre guida per ideare dei veicoli futuri più sicuri (Affectiva.com 2022);
- Pratiche cliniche: le espressioni facciali dell'emozione e il riconoscimento dell'emozione sono state studiate, insieme all'utilizzo di biomarkers, per diagnosticare alcune patologie psichiatriche o malattie neurologiche (Park et al., 2020). L'alterazione delle espressioni facciali si è visto essere presente nel Morbo di Parkinson (Bologna et al., 2016), autismo (Cook et al., 2013) e nell'anoressia nervosa (Davies et al., 2016). Possiamo dunque fornire

uno strumento per il trattamento e la programmazione per la riabilitazione, che si focalizzino nelle capacità di riconoscimento dell'emozione basate sulle espressioni facciali delle emozioni;

- Educazione: con la diffusione dello *smart-working*, corsi online e formazione a distanza, l'interesse nello sviluppare piattaforme e applicazioni che permettano un'esperienza personalizzata è cresciuto rapidamente. Nuovi software in grado di tracciare, sia le espressioni facciali che i movimenti del corpo, verranno incorporati in queste piattaforme di spazi virtuali per ottimizzare il processo di apprendimento e insegnamento (Saneiro et al., 2014; Yang et al., 2018);
- Intrattenimento: il design di videogame di successo può essere migliorato incorporando il tracciamento facciale e l'analisi delle espressioni del volto in tempo reale. Questo per riorganizzare e adattare la difficoltà del gioco in relazione alla dinamica facciale del giocatore (Akbar et al., 2019):
- Trattamenti facciali: i progressi nella pratica medica e chirurgica permettono un aumento dei trattamenti facciali, che dovrebbero essere accompagnati da una sofisticata analisi del cliente per rispecchiare le sue richieste e aspettative nell'ottenere un risultato il più naturale possibile (Michaud et al., 2015). Pertanto, studiare gli aspetti dinamici delle espressioni facciali può rivelarsi essenziale in trattamenti come quelli post-chirurgici o post traumatici che si focalizzano sulla ricostruzione dei movimenti facciali o sull'estetica del volto.

## CONCLUSIONE

In conclusione, la velocità dei movimenti del volto è differente nelle emozioni di rabbia e tristezza e contribuisce al riconoscimento delle emozioni, indipendentemente dai segnali spaziali.

La rabbia può apparire come una reazione a una condizione di disagio psicofisico. La tristezza invece è descritta da Ekman e Friesen come un'espressione emotiva di dolore, infelicità, perdita, disperazione, impotenza o tristezza.

Le espressioni di rabbia mostrano tipicamente movimenti più veloci, al contrario della tristezza, che si presenta con una velocità particolarmente bassa. L'esagerazione di questi profili di velocità specifici per le emozioni, porta a una migliore precisione nel riconoscimento dell'emozione stessa. Pertanto, possiamo sottolineare l'importanza della velocità del movimento sia nella produzione che nel riconoscimento delle espressioni facciali.

I segnali di velocità, dunque, possono guidare le persone nell'interazione sociale con l'obiettivo di comprendere e adattare dinamicamente gli stati emotivi in relazione allo stato d'animo all'altro.

Durante lo studio, abbiamo notato che spesso, il partecipante provava più di un'emozione in contemporanea. Secondo la teoria di Barrett e Russell (1999), le emozioni si definiscono attraverso una rielaborazione cognitiva che tiene conto di esperienze e ambiente. I video inerenti alla tristezza spesso evocavano anche l'emozione di rabbia o paura, in quelli di rabbia invece, poteva essere richiamata anche l'emozione di disgusto.

Questo lavoro di tesi è importante poiché l'analisi 3-D delle espressioni può aiutare a valutare l'esito di una riabilitazione in soggetti affetti da patologie che manifestano una riduzione o perdita della capacità di esprimere le emozioni attraverso il volto. Tra queste malattie ricordiamo il Morbo di Parkinson, la Sclerosi laterale amiotrofica (SLA) e la Sindrome di Asperger.

Inoltre, è stato descritto come questi progetti di ricerca siano molto importanti nella diagnosi precoce di patologie come la malattia di Huntington (Stout et al., 2011), i disturbi dello spettro autistico (Brewer et al., 2016) e l'ictus (Rinn, 1984).

Sarebbe interessante se questi studi si ampliassero e non prendessero in considerazione solamente il volto ma analizzassero il movimento del corpo nella sua totalità per poter apprezzare ulteriori movimenti specifici.

## BIBLIOGRAFIA

*Affectiva* (2022). <https://www.affectiva.com/>

Adolphs, R., Kennedy, D. (2017). *Impaired fixation to eyes following amygdala damage arises from abnormal bottom-up attention.*

Akbar, M. T., Ilmi, M. N., Rumayar, I. V., Moniaga, J., Chen, T.-K. & Chowanda, A. (2019). *Enhancing Game Experience with Facial Expression Recognition as Dynamic Balancing.* *Procedia Computer Science*, 157, 288, 395.

Barlija, A., Omlor, L., Giese, M., Berthoz, A., Flash, T. (2012). *Expression of emotion in the Kinematics of locomotion.*

Barrett, L. F. (2017). *The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization.* *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(11), 1833-1833.

Benitez-Quiroz, F., Srinivasan, R., Martinez, A. (2016). *EmotioNet: An accurate, Real-Time Algorithm for the Automatic Annotation of a Million Facial Expressions in the Wild.*

Blair, R. J., Morris, J.S., Frith, C. D., Perrett, D. I., Dolan, R. J. (1999). *Dissociable neuron Responses to facial expressions of sadness and anger.*

Blais, C., Roy, C., Fiset D., Arguin, M., Gosselin, F. (2012). *The eyes are not the window to basic emotions.*

Bologna, M., Berardelli, I., Paparella, G., Marsili, L., Ricciardi, L., Fabbri, G., & Berardelli, A. (2016). *Altered Kinematics of Facial Emotion Expression and Emotion Recognition Deficits Are Unrelated in Parkinson's Disease.* *Frontiers In Neurology*, 7(230).

Cannon, W. B. (1927). *The James-Lange theory of emotions: a critical examination and an alternative theory.* *The American Journal of Psychology*, 39, 106–124.

Castiello, U. (1995). *Tecniche sperimentali di ricerca in psicologia* (pp. 63-93). Padova: Piccin-Nuova Libreria.

Ceccarini, F., & Caudek C. (2013). *Anger superiority effect: The importance of dynamic Emotional facial expressions.* *Visual Cognition*, 21(4), 498-540.

- Cook, J. L., Blakemore, S.-J. & Press. C. (2013). Atypical basic movement kinematics in autism spectrum conditions. *Brain*, 136, 2816-2824.
- Coulson SE, O'dwyer NY, Adams RD, et al. Expression of emotion and quality of life after facial nerve paralysis. *Otol Neurotol*. 2004; 25 (6): 1014-1019.
- Darwin, C. (1872). *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (1st ed.). London: John Murray.
- Davies, H., Wolz, I., Leppanen, J., Fernández-Aranda, F., Schmidt, U. & Tchanturia, K. (2016). Facial expression to emotional stimuli in non-psychotic disorders: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 64, 252-271.
- Denson, T., Pedersen, W., Ronquillo J., Nandy, A. (2009). *The angry brain: neural correlates of anger, angry rumination, and aggressive personality*.
- Duchenne de Boulogne, G.-B. (1862) *The mechanism of human facial expression*. Cambridge University Press.
- Ekman, P. et al. (1983). *Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions*.
- Ekman, P. (1992). An argument for basic emotions. *Cognition and Emotion*, 6(3-4), 169-200.
- Ekman, P., Friesen WV. (1975). *Unmasking the Face: A Guide to Recognizing Emotions From Facial Clues*. Englewood Cliffs, NY: Prentice-Hall.
- Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., Sorenson, E., & Friesen, W. (1969). Pan-Cultural Elements in Facial Displays of Emotion. *Science*, 164(3875), 86–88.
- Frank, M., Ekman, P., & Friesen, W. (1993). Behavioral markers and recognizability of the smile of enjoyment. *Journal Of Personality and Social Psychology*, 64(1), 83-93.
- Galati, D., Sini, B., Tinti, C. (2003). *Spontaneous Facial Expressions in Congenitally Blind and Sighted Children Aged 8-11*.
- Gross, J. J., & Levenson, R. W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cognition & emotion*, 9(1), 87–108.

- Izard, E. (1979). *Emotions in Personality and Psychopathology*.
- Izard, E. (1997). *Emotion and facial expressions: A perspective from Differential Emotions Theory*.
- James, W. (1884). What is an Emotion? *Mind*, 9(34), 188–205.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska directed emotional faces (KDEF). *CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet*, 91(630), 2.
- Matsumoto, D., & Hwang, H. (2018). *Microexpressions Differentiate Truths From Lies About Future Malicious Intent*.
- Matsumoto, D., Yoo, S. H., & Fontaine, J. (2009). Hypocrisy or maturity? Culture and context differentiation. *European Journal of Personality: Published for the European Association of Personality Psychology*, 23(3), 251–264.
- Matsumoto, D., & Willingham, B. (2009). Spontaneous facial expressions of emotion of congenitally and noncongenitally blind individuals. *Journal of personality and social psychology*, 96(1), 1.
- Mehu, M., Mortillaro, M., Bänziger, T., & Scherer, K. R. (2012). Reliable facial muscle activation enhances recognizability and credibility of emotional expression. *Emotion*, 12(4), 701.
- Miolla, A., & Scarpazza, C. (2020). Lie to me: processing and detection of genuine and fake emotional facial expression [Webinar]. *Faces Aesthetics in Contemporary ETechnological Societies*. [www.youtube.com/watch?v=QifkQWbB7x0](https://www.youtube.com/watch?v=QifkQWbB7x0).
- Moore, S., Gielgud, J., Logan, J. (1984). *The Stanislavski System: The Professional Training of an Actor; Second Revised Edition*. *United States: Penguin Publishing Group*.
- Park, S., Lee, K., Lim, J.-A., Ko, H., Kim, T., Lee, J.-I. L., Kim, H., Han, S.-J., Kim, J.-S., Park, S., Lee, J.-Y. & Lee, E. C. (2020). Differences in Facial Expressions between Spontaneous and Posed Smiles: Automated Method by Action Units and Three-Dimensional Facial Landmarks. *Sensors (Basel)*, 20(4), 1199.
- Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., LaMantia, A., Mooney, R., Patt, M. and White, L., 2018. *Neuroscience*. 6th ed. New York: Oxford University Press USA.

- Reed, L. I., DeScioli, P. (2017a). *The communicative function of sad facial expressions*. *Evol. Psychol.* 15, 1-9.
- Rinn, W. (1984). The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions. *Psychological Bulletin*, 95(1), 52–77.
- Russell, J., & Barrett, L. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotions: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 805–819.
- Saneiro, M., Santos, O., Salmeron-Majadas, S., & Boticario, J. (2014). Towards emotion detection in educational scenarios from facial expressions and body movements through multimodal approaches. *The Scientific World Journal*, 484873.
- Schachter, S., & Singer, J. (1962). Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. *Psychological Review*, 69(5), 379–399.
- Sowden, S., Schuster, B., Keating, C., Fraser, D., & Cook, J. (2021). The role of movement kinematics in facial emotion expression production and recognition. *Emotion*.
- Wilson-Mendenhall, C. D., Barrett, L. F., & Barsalou, L. W. (2013). Neural evidence that human emotions share core affective properties. *Psychological Science*, 24, 947–956.