

**UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE  
MILANO**

**Dottorato di ricerca in Psicologia della comunicazione  
e dei processi linguistici  
ciclo XIX  
S.S.D: M-PSI/01**

**L'INTEGRAZIONE CROSS-MODALE  
DELLE EMOZIONI:  
COMPONENTE MIMICA E VOCALE.  
CORRELATI PSICOFISIOLOGICI (ERPs)**

**Tesi di Dottorato di: Alba Carrera  
Matricola: 3280123**

**Anno Accademico 2005/2006**



**UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE  
MILANO**

**Dottorato di ricerca in Psicologia della comunicazione  
e dei processi linguistici  
ciclo XIX  
S.S.D: M-PSI/01**

**L'INTEGRAZIONE CROSS-MODALE  
DELLE EMOZIONI:  
COMPONENTE MIMICA E VOCALE.  
CORRELATI PSICOFISIOLOGICI (ERPs)**

**Coordinatore: Ch.mo Prof. Paola Di Blasio**

**Tesi di Dottorato di: Alba Carrera  
Matricola: 3280123**

**Anno Accademico 2005/2006**

*A Michela: grazie di ciò che mi hai insegnato*

*Ai miei genitori: grazie perché da voi ho appreso l'impegno e la perseveranza*

*A Cate: grazie perché con nessun altro è come con te*

*A Claudio, a Davide, a Serafino, a Simona: grazie per il supporto e la compagnia*

*A Diego: grazie perché ora ci sei, per rimanere*

L'INTEGRAZIONE CROSS-MODALE DELLE EMOZIONI:  
COMPONENTE MIMICA E VOCALE.  
CORRELATI PSICOFISIOLOGICI (ERPs)

RIASSUNTO

Il decoding delle emozioni costituisce un caso specifico di elaborazione multimodale di componenti provenienti da differenti canali sensoriali. Precedenti ricerche comportamentali e neuropsicologiche hanno evidenziato che l'elaborazione di stimoli emotivi sulla base di informazioni sensoriali multiple implica un processo di integrazione cross-modale. Il presente studio si prefigge di indagare il decoding simultaneo degli elementi vocali e della mimica facciale delle emozioni mediante i potenziali evocati corticali (ERPs), utilizzando un'ampia gamma di emozioni (gioia, tristezza, paura, rabbia, sorpresa e disgusto). Stimoli emotivi vocali (una parola a contenuto neutro pronunciata con tono emotivo) e patterns mimici (espressioni facciali delle emozioni) sono stati accoppiati in condizioni di congruenza (la medesima emozione per entrambi i canali sensoriali) o di incongruenza (emozioni differenti). Le variazioni ERPs e i tempi di risposta (TR) rilevati sono stati sottoposti ad analisi univariata della varianza per misure ripetute (ANOVA). Specificamente, sono stati analizzati quattro intervalli temporali (0-150; 150-250; 250-350; 350-500 ms post-stimulus), al fine di sondare i processi cognitivi (variazioni ERP a lunga latenza) oltre che quelli strettamente percettivi (a breve latenza), già ampiamente indagati dalle precedenti ricerche. L'ANOVA ha consentito di rilevare la presenza di numerosi effetti ERP con funzioni cognitive differenti. Alcuni di tali fenomeni sono altamente sensibili alla condizione di congruenza/incongruenza del pattern (con una maggiore ampiezza per stimoli congruenti rispetto a stimoli incongruenti) e costituiscono marker specifici dell'integrazione intersensoriale. In particolare, i dati permettono di riconoscere l'indice di media latenza P200 come un marker dell'integrazione intersensoriale di stimoli emotivi. Altri fenomeni, invece, maggiormente sensibili al contenuto emotivo, segnalano la presenza di processi cognitivi legati più in generale al decoding emotivo. I risultati indicano inoltre che l'integrazione, che nelle prime fasi di processamento è un fenomeno automatico, coinvolge successivamente processi decisionali intenzionali. Infine, è stato riscontrato che la condizione di congruenza provoca un effetto di riduzione dei TR per alcune delle emozioni analizzate (tristezza) ed un effetto inverso per un secondo gruppo di emozioni (paura, rabbia e sorpresa). Tale risultato viene discusso in riferimento al significato adattivo dei diversi correlati emotivi e dei rispettivi processi di decodifica cross-modale.

**CROSS-MODAL INTEGRATION OF EMOTIONS:  
MIMIC AND VOCAL COMPONENTS.  
PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES (ERPs)**

**ABSTRACT**

Emotional decoding constitutes a case of multimodal processing of cues from multiple channels. Previous behavioral and neuropsychological studies indicated that the recognition of emotions on the basis of multiple perceptive information implies a cross-modal integration has place. The present study investigates the simultaneous processing of emotional tone of voice and emotional facial expression by event-related potentials (ERPs), through an ample range of different emotions (happiness, sadness, fear, anger, surprise, and disgust). Auditory emotional stimuli (a neutral word pronounced in an affective tone) and visual patterns (emotional facial expressions) were matched in congruous (the same emotion in face and voice) and incongruous (different emotions) pairs. ERPs variations and behavioral data (response time, TR) were submitted to repeated measures analysis of variance (ANOVA). We considered four time intervals (0-150; 150-250; 250-350; 350-500 ms post-stimulus), in order to explore the cognitive processes (long latency ERP variations) in addition to the perceptive (early ERP variations), fully investigated by previous researches. ANOVA showed numerous ERP effects, with different cognitive functions. Some of them, in particular the medium-latency P200, are highly sensible to pattern congruent/incongruent condition (with more intense amplitude for congruent rather than incongruent stimuli) and constitute intersensory integration specific markers. The other ERP effects, instead, are more sensible to the emotional content and signal the presence of cognitive processes that are more generally tied to the emotional decoding. Furthermore results show that, in the first processing phase, integration is an automatic and obliged phenomenon, while later it implies intentional decisional processes. Finally, a TR reduction was found for some congruous patterns (i.e. sadness) and an inverted effect for a second group of emotions (i.e. fear, anger, and surprise). Finally, behavioural results indicate that congruence causes a RT reduction for some emotions (sadness) and, on the contrary, an inverse effect for other emotions (fear, anger, surprise). This result is discussed with reference to different emotional correlates adaptive function and their respective cross-modal decoding processes.

# INDICE

INTRODUZIONE	p. 1
1. Premessa	p. 1
2. Il viaggio è appena iniziato	p. 2
PARTE I: LO STATO ATTUALE DELLA RICERCA	
CAPITOLO 1: IL DECODING DELL'ESPRESSIONE FACCIALE DELLE EMOZIONI	p. 5
1. La comunicazione delle emozioni come processo	p. 5
2. I correlati emotivi: la prospettiva dimensionale	p. 6
3. Le funzioni delle emozioni	p. 7
4. Il contributo delle neuroscienze	p. 8
5. Il volto delle emozioni	p. 10
6. Breve storia dello studio delle espressioni facciali delle emozioni	p. 10
6.1. <i>Le teorie discrete delle emozioni</i>	p. 10
6.2. <i>La prospettiva dell'ecologia comportamentale</i>	p. 11
6.3. <i>I modelli dimensionali</i>	p. 12
7. L'apporto degli studi sul riconoscimento delle emozioni in età evolutiva	p. 13
8. La specificità del volto	p. 15
8.1. <i>Il modello gerarchico di Ellis e Young</i>	p. 16
9. I processi neurali sottesi al riconoscimento delle emozioni	p. 17
9.1. <i>L'indice N400: l'elaborazione delle anomalie semantiche</i>	p. 18
9.2. <i>Gli indici N230 e N270: il marker del decoding della mimica emotiva</i>	p. 18
9.3. <i>L'incidenza del contenuto emotivo</i>	p. 19
9.3.1. <i>Il contributo dell'elettromiografia facciale</i>	p. 20
10. Il ruolo dell'amigdala	p. 21
10.1. <i>La natura automatica del processamento dell'espressione emotiva</i>	p. 21

CAPITOLO 2: LA COMUNICAZIONE DELLE EMOZIONI ATTRAVERSO IL CANALE VOCALE NON VERBALE	p. 25
1. Introduzione	p. 25
2. Gli indicatori vocali implicati	p. 25
3. Gli studi empirici sulla comunicazione vocale delle emozioni	p. 27
3.1. <i>Problemi metodologici</i>	p. 27
3.2. <i>Le ricerche sull'encoding</i>	p. 29
3.2.1. <i>Il modello di Scherer</i>	p. 32
3.3. <i>Le ricerche sul decoding</i>	p. 34
4. Il contributo della neuropsicologia	p. 38
CAPITOLO 3: LA CONVERGENZA CROSS-MODALE AUDIO-VISIVA E LA SPECIFICITA' DEI PATTERN EMOTIVI	p. 41
1. Introduzione	p. 41
2. Il contributo degli studi comportamentali	p. 42
2.1. <i>L'integrazione multimodale come risposta alla complessità ambientale</i>	p. 42
2.2. <i>I principi che regolano la percezione multimodale</i>	p. 42
2.3. <i>La natura dell'integrazione: una questione aperta</i>	p. 44
3. L'apporto della neuropsicologia alla comprensione del processo di integrazione	p. 46
3.1. <i>Circuiti neurali implicati nel decoding intersensoriale</i>	p. 49
3.2. <i>I neuroni multisensoriali</i>	p. 50
4. La decodifica audio-visiva dei volti: riconoscere l'identità dal volto e dalla voce	p. 51
5. La convergenza di pattern emotivi	p. 52
6. L'apporto degli studi comportamentali	p. 53
6.1. <i>La funzione dell'integrazione delle informazioni emotive multimodali</i>	p. 55
6.2. <i>L'integrazione come processo precoce ed automatico</i>	p. 56
7. Il contributo della neuropsicologia	p. 57
7.1 <i>La componente MMN (mismatch negativity) come indicatore indiretto della convergenza audio-visiva</i>	p. 58
7.1.1. <i>Il ruolo dell'amigdala</i>	p. 59
7.1.2. <i>Valenza edonica e integrazione cross-modale</i>	p. 60
7.2. <i>Un altro indice indiretto: la componente N1</i>	p. 61
7.3. <i>L'indice di integrazione multimodale P2b</i>	p. 63
8. Gli studi sui casi clinici	p. 64

8.1. <i>Il fenomeno del blindsight</i>	p. 64
8.2. <i>La prosopagnosia</i>	p. 66
8.3. <i>Sistemi multipli di decodifica delle emozioni</i>	p. 68
<b>PARTE II: LA RICERCA</b>	
<b>CAPITOLO 5: LA RICERCA: GLI OBIETTIVI E LA METODOLOGIA</b>	p. 72
1. <b>Introduzione</b>	p. 72
2. <b>Obiettivi e ipotesi</b>	p. 73
3. <b>Metodo</b>	p. 75
3.1. <i>Partecipanti</i>	p. 75
3.2. <i>Stimoli</i>	p. 76
3.3. <i>Procedura sperimentale</i>	p. 78
3.4. <i>Procedure di registrazione degli indici ERP</i>	p. 80
<b>CAPITOLO 6: ANALISI DEI DATI E RISULTATI</b>	p. 84
1. <b>Introduzione</b>	p. 84
2. <b>I tracciati ERP: descrizione qualitativa</b>	p. 84
3. <b>I dati ERP: analisi statistica</b>	p. 87
3.1. <i>Confronto tra stimoli emotivi congruenti e incongruenti</i>	p. 89
3.1.1. <i>Indice N100</i>	p. 89
3.1.2. <i>Indice P100</i>	p. 90
3.1.3. <i>Indice N200</i>	p. 92
3.1.4. <i>Indice P200</i>	p. 95
3.1.5. <i>Indice N300</i>	p. 98
3.1.6. <i>Indice P300</i>	p. 101
3.1.7. <i>Indice N400</i>	p. 103
3.2. <i>L'universo emotivo: le analisi emotion-by-emotion</i>	p. 103
3.2.1. <i>Indice N100</i>	p. 105
3.2.2. <i>Indice P100</i>	p. 108
3.2.3. <i>Indice N200</i>	p. 112
3.2.4. <i>Indice P200</i>	p. 117
3.2.5. <i>Indice N300</i>	p. 127



3.2.6. <i>Indice P300</i>	p. 134
3.2.8. <i>Indice N400</i>	p. 142
3.3. <i>La condizione di incongruenza: ulteriori analisi</i>	p. 147
3.3.1. <i>Indice N200</i>	p. 148
3.3.2. <i>Indice P200</i>	p. 149
4. I dati comportamentali: analisi statistica	p. 151
<b>CAPITOLO 7: DISCUSSIONE</b>	p. 154
1. Per una visione d'insieme	p. 154
2. Le coordinate temporali del fenomeno: componenti percettive e componenti cognitive	p. 154
2.1. <i>I fenomeni percettivi precoci</i>	p. 155
2.2. <i>I fenomeni cognitivi di media latenza</i>	p. 155
2.3. <i>I fenomeni cognitivi di lunga latenza</i>	p. 156
3. La congruenza vs. incongruenza delle informazioni audiovisive	p. 156
3.1. <i>La P200: l'indice di integrazione intersensoriale di stimoli emotivi</i>	p. 157
3.2. <i>La N300: una N400 anticipata?</i>	p. 158
3.3. <i>La N200: il marker del contenuto emotivo</i>	p. 159
3.4. <i>La P300: l'updating cognitivo</i>	p. 160
3.5. <i>La N400: l'elaborazione delle anomalie semantiche</i>	p. 161
4. Emotion-by-emotion: la specificità dei differenti correlati emotivi	p. 162
4.1. <i>N200, arousal e valenza edonica: le coordinate dell'universo emotivo</i>	p. 162
4.2. <i>Indipendenza della P200 rispetto al contenuto emotivo</i>	p. 163
5. La convergenza intersensoriale: processo automatico o processo decisionale?	p. 163
5.1. <i>L'automaticità del processo durante le fasi percettive precoci</i>	p. 164
5.2. <i>L'intervento degli elementi decisionali</i>	p. 165
6. I tempi di risposta: l'efficienza dei fenomeni integrativi emotivi	p. 165
<b>CAPITOLO 8: CONCLUSIONI</b>	p. 167
<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b>	p. 170
<b>ALLEGATI</b>	p. 186
Allegato 1: Questionario di validazione	p. 187

Allegato 2: I patterns facciali	p. 192
Allegato 3: Questionario finale	p. 198
Allegato 4: La consegna sperimentale implicita	p. 204
Allegato 5: La consegna sperimentale esplicita	p. 205

# INTRODUZIONE

## 1. Premessa

Nel contesto delle interazioni quotidiane, ci troviamo ogni giorno ad osservare e interpretare il linguaggio del corpo altrui, inferendone pensieri, atteggiamenti, intenzioni, emozioni. Rispetto alle emozioni, sono soprattutto l'espressione del viso e il tono della voce a fornirci gli indizi più rilevanti per operare queste inferenze. La maggior parte delle volte, ciò avviene in modo del tutto spontaneo e automatico, cosicché ci rappresentiamo l'altro come "felice", o "triste" o "arrabbiato" senza neppure essere consapevoli degli indizi corporei su cui abbiamo basato la nostra attribuzione. Questo perchè, normalmente, i diversi canali sensoriali esprimono in modo sinergico la medesima emozione. A chiunque però è capitato di avvertire, di fronte ad un'espressione emotiva altrui, una sensazione di sgomento e di incertezza, che spinge a soffermarsi a riflettere sull'emozione che effettivamente l'altro sta comunicando. "Che gioia vederti qui!", dicono le parole e l'espressione del viso, eppure ci sembra di avvertire che la voce trema per la rabbia o sia incrinata dal pianto. Questa situazione si verifica ogni qualvolta che cogliamo nelle informazioni espresse dai differenti canali sensoriali emozioni contrastanti.

La ricerca descritta in queste pagine nasce proprio dal desiderio di approfondire alcuni particolari aspetti di quei complessi e intricati processi che ci portano ad individuare e a comprendere le emozioni altrui. Nello specifico, essa è stata condotta allo scopo di indagare il modo in cui il nostro sistema cognitivo è in grado di integrare in un'unica rappresentazione le diverse informazioni, permettendoci così di riconoscere le emozioni che le altre persone - spesso in modo congruente e talvolta invece in modo incongruente - esprimono utilizzando in modo congiunto i due principali canali comunicativi emotivi, ovvero la mimica facciale e la componente vocale.

## 2. Il viaggio è appena iniziato

Per facilitare la lettura, viene fornita una sintetica descrizione delle tematiche trattate nei seguenti capitoli.

Ritengo che, prima di intraprendere una più particolareggiata trattazione di quello che è l'oggetto specifico dello studio condotto, sia utile offrire una più generale e concisa panoramica dello stato attuale della ricerca che indaga il complesso universo delle emozioni. Il primo capitolo risponde a tale esigenza fornendo, d'altro canto, alcune essenziali basi teoriche che potranno essere utili in quanto chiave interpretativa di lettura dei seguenti capitoli. Il medesimo capitolo è inoltre dedicato al canale espressivo delle emozioni che maggiormente ha conquistato l'attenzione dei ricercatori, ovvero *il volto*. Vengono dunque esposti i meccanismi attraverso i quali le espressioni facciali fungono da strumento di comunicazione delle emozioni.

Nel secondo capitolo viene invece dato spazio al ruolo che un altro canale comunicativo, *la voce*, ha nell'espressione e nel riconoscimento degli stati emotivi.

La trattazione di tali tematiche suggerisce tuttavia che studiare singolarmente la funzione della componente visiva o di quella vocale nell'encoding e nel decoding emotivi è limitante, in quanto la realtà è ben più complessa: le emozioni infatti vengono espresse e identificate grazie ad una costellazione di informazioni appartenenti a differenti modalità sensoriali. Per questo motivo, nel terzo capitolo vengono illustrati i meccanismi dell'*integrazione intersensoriale* e nel quarto vengono messe in evidenza le peculiarità di un particolare tipo di integrazione, ovvero la *convergenza di informazioni emotive* di natura uditiva e visiva. Se fin dall'antichità le emozioni costituiscono l'oggetto della curiosità e dello studio dell'uomo, solo recentemente invece i ricercatori hanno rivolto l'attenzione verso i processi di integrazione cross-modale ad esse connessi. Di conseguenza, nonostante il fatto che numerose ricerche siano state condotte a fine di esplorare tale processo, tuttavia esse ancora non sono sufficienti per averne una conoscenza esauriente. Lo studio empirico che viene esposto nei capitoli relativi alla parte sperimentale mira dunque a portare nuova luce su quegli aspetti del fenomeno integrativo intersensoriale che maggiormente risultano essere lacunosi.

Nell'intento di perseguire tale scopo, si è ritenuto opportuno ricorrere alla rilevazione e analisi di indici di natura psicofisiologica. Negli ultimi decenni, infatti, lo studio delle emozioni si è orientato verso l'utilizzo sempre più massiccio di metodi di indagine di natura neuropsicologica e psicofisiologica. D'altro canto, dal momento che le emozioni scaturiscono da funzioni biologiche del sistema nervoso, non è possibile comprenderle appieno se non cercando di chiarire il loro funzionamento a livello cerebrale.